

Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö

ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia

Ari Nissinen ja Hannu Savolainen (toim.)



Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö

ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia

Ari Nissinen ja Hannu Savolainen (toim.)



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 15 | 2019

Suomen ympäristökeskus

Kulutuksen ja tuotannon keskus

Toimittajat: Ari Nissinen ja Hannu Savolainen

Kirjoittajat: Katriina Alhola¹, Ilmo Mäenpää², Ari Nissinen¹, Juha Nurmela³, Marja Salo¹,
Hannu Savolainen¹

Suomen ympäristökeskus¹

Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkimusprofessori, eläkkeellä²

Tilastokeskuksen erikoistutkija, eläkkeellä³

Vastaava erikoistoimittaja: Jari Lyytimäki

Rahoittaja/toimeksiantaja: Ympäristöministeriö

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Kannen kuva: Satu Turtiainen

Taitto: Ari Nissinen ja Roosa Rehumäki

Julkaisu on saatavana veloituksetta internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä
ostettavissa painettuna SYKEN verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-5016-6 (nid.)

ISBN 978-952-11-5017-3 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)

Julkaisuvuosi: 2019

TIIVISTELMÄ

Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia

Tutkimuksessa analysoitiin julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä ja raaka-aineiden käyttöä. Menetelmänä käytettiin ympäristölaajennettua panos-tuotosmallia ENVIMAT, jota täydennettiin julkisten hankintojen tilastoilla.

Kulutusperusteisesti lasketut kotimaan loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt olivat 73,4 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (Mt CO₂e) vuonna 2015. Tämä niin kutsuttu Suomen hiilijalanjälki oli 33 % suurempi kuin Suomen alueella syntynyt virallisissa tilastoissa esitettävä päästö.

Julkisten hankintojen hiilijalanjälki vuonna 2015 oli 8,3 Mt CO₂e. Siitä 1,78 Mt aiheutui valtion, 4,73 Mt kuntien ja 1,79 Mt kuntayhtymien hankinnoista. Julkisten organisaatioiden tekemien investointien hiilijalanjälki oli 2,7 Mt CO₂e. Valtion hankinnoissa 42 % päästöistä aiheutui palvelujen ostoista, 38 % aineista, tarvikkeista ja tavaroista, 12 % vuokrista ja 8 % muista kuluista. Aineet, tarvikkeet ja tavarat aiheuttivat hallinnonalojen päästöistä suurimman osuuden puolustusministeriön alalla (55 %), ja palvelujen osuus oli suurin (81 %) liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla. Kuntien ja kuntayhtymien hankinnoissa 42–43 % aiheutui palvelujen ostoista ja 52 % aineista, tarvikkeista ja tavaroista.

Valtion hallinnonaloista eniten kasvihuonekaasupäästöjä (43 %) aiheutti puolustusministeriön hallinnonala, ja seuraavaksi suurimmat olivat liikenne- ja viestintäministeriön (21 %) ja sisäministeriön (10 %) hallinnonalat. Kuntien hankintojen päästöistä 3,33 Mt tuli kaupunkimaisista, 0,69 Mt taajaan asutuista ja 0,71 Mt maaseutumaisista kunnista. Kuntayhtymien suurin päästö (1,03 Mt) aiheutui sairaanhoitopiireistä.

Julkisten hankintojen aiheuttama raaka-ainekäyttö vuonna 2015 oli 19,5 Mt. Valtion osuus oli 34 %, kun kuntien ja kuntayhtymien yhteenlaskettu osuus oli 66 %. Julkisten organisaatioiden tekemien investointien raaka-ainekäyttö oli 25,7 Mt. Kotitalouksien kulutuksesta aiheutuva raaka-aineiden käyttö vuonna 2015 oli 64,8 Mt. Tästä muiden tavaroiden ja palvelujen osuus oli 32 %, asumisen ja energian 30 %, elintarvikkeiden ja alkoholittomien juomien 26 % ja liikkumisen osuus 12 %.

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljestä vuonna 2016 liikkuminen muodosti 30 %, asuminen ja siihen liittyvä energian käyttö 29 %, elintarvikkeet ja alkoholittomat juomat 19 %, ja muut tavarat ja palvelut 22 %. Hiilijalanjälki oli 53,4 Mt CO₂e vuonna 2000 ja 60,1 Mt vuonna 2016 (12,5 % kasvu). Suurimmillaan päästöt olivat 66,6 Mt vuonna 2007. Hiilijalanjäljen muutos 2000–2016 voidaan osittaa kolmelle tekijälle: kulutusmenojen muutokselle (joka olisi yksinään muuttanut päästöä +30,7 %), kulutusrakenteen muutokselle (-5,7 %) ja teknologiselle muutokselle (-12,5 %). Keskimääräinen vuotuinen hiilijalanjälki henkilöä kohden vaihteli 10,1 tonnista 12,6 tonniin CO₂e.

Tilastokeskuksen kulutustutkimusaineiston avulla voidaan tarkastella erilaisia kotitalouksia. Alimassa tulodesiilissä hiilijalanjälki oli 7,2 t CO₂e kulutusyksikköä kohti, ja korkeimmassa tulodesiilissä 19,0. Päästöintensiteetillä eli päästöllä kulutettua euroa kohti ei ollut selvää riippuvuutta tuloista. Kotitaloustyypeistä lapsettomilla pareilla ja kahden huoltajan lapsiperheillä oli suurimmat päästöt kulutusyksikköä kohti. Kun asumista ei lasketa mukaan, niin hiilijalanjälki kulutusyksikköä kohti on pienin sisemmillä kaupunkialueilla ja suurin kaupunkien kehysalueilla ja kaupunkien läheisellä maaseudulla. Korkein päästöintensiteetti oli liikenteellä, 0,81 kg CO₂e/€. Myös ruoalla oli korkea (0,76) päästöintensiteetti. Asumisen kahdella menoluokalla oli edellisiä selkeästi pienemmät päästöintensiteetit (0,51 ja 0,45), ja pienin hiilijalanjälki kulutettua euroa kohden oli muilla tavaroilla ja palveluilla (0,24). Keskimääräinen päästöintensiteetti oli noin 0,5.

Asiasanat: kansantalous, julkiset hankinnat, kulutus, materiaalivirrat, panos-tuotosanalyysi, kasvihuonekaasupäästöt, hiilijalanjälki

SAMMANDRAG

Koldioxidavtryck och råvaruanvändning i offentliga upphandlingar och i hushållens konsumtion

– Resultat av analys med modellen ENVIMAT

I studien analyserades växthusgasutsläppen och råvaruanvändningen i offentliga upphandlingar och i hushållens konsumtion livsrytmiskt. Som metod användes den miljöanpassade input-output-modellen ENVIMAT, som kompletterades med statistik om offentliga upphandlingar.

Växthusgasutsläppen från den inhemska slutanvändningen, uträknade på konsumtionsbasis, var 73,4 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Mt CO₂e) 2015. Det här så kallade finländska koldioxidavtrycket var 33 procent större än det utsläpp inom Finland som presenteras i officiell statistik.

Koldioxidavtrycket hos de offentliga upphandlingarna var 8,3 Mt CO₂e 2015. Av det kom 1,78 Mt från statens, 4,73 Mt från kommunernas och 1,79 Mt från samkommunernas upphandlingar. Koldioxidavtrycket hos de offentliga organisationernas investeringar var 2,7 Mt CO₂e. I statens upphandlingar härrörde 42 procent av utsläppen från köp av service, 38 procent från material, förnödenheter och varor, 12 procent från hyror och 8 procent från andra kostnader. Av förvaltningsområdenas utsläpp utgjorde material, förnödenheter och varor största andelen inom försvarsministeriets område (55 %), och service den största (81 %) inom kommunikationsministeriets. I kommunernas och samkommunernas upphandlingar kom 42–43 procent av utsläppen från köp av service och 52 procent från material, förnödenheter och varor.

Mest växthusgasutsläpp (43 %) åstadkoms av försvarsministeriets förvaltningsområde, därefter av kommunikationsministeriets (21 %) och inrikesministeriets (10 %) förvaltningsområden. Av kommunernas utsläpp kom 3,33 Mt från urbana, 0,69 Mt från tät bebyggda och 0,71 Mt från landsortsmässiga kommuner. Samkommunernas största utsläpp (1,03 Mt) orsakades av sjukvårdsdistrikten.

Råvaruanvändningen orsakad av offentliga upphandlingar var 19,5 Mt år 2015. Statens andel av råvaruanvändningen var 34 procent, medan kommunernas och samkommunernas sammanlagda andel var 66 procent. Råvaruanvändningen i de offentliga organisationernas investeringar var 25,7 Mt. Hushållens konsumtion stod för en råvaruanvändning på 64,8 Mt år 2015. Av denna stod övriga varor och tjänster för 32 procent, boende och energi för 30 procent, livsmedel och alkoholfria drycker för 26 procent och transporter för 12 procent.

I koldioxidavtrycket från hushållens konsumtion 2016 stod transporter för 30 procent, boende och energianvändning för 29 procent, livsmedel och alkoholfria drycker för 19 procent och övriga varor och tjänster för 22 procent. Koldioxidavtrycket var 53,4 Mt CO₂e år 2000 och 60,1 Mt år 2016 (en ökning på 12,5 %). Som störst var utsläppen 66,6 Mt år 2007. Förändringen i koldioxidavtryck 2000–2016 kan fördelas på tre faktorer: en ändring i konsumtionskostnaderna (enbart dessa hade ändrat utsläppen +30,7 %), en ändring i konsumtionsstrukturen (-5,7 %) och en teknisk förändring (-12,5 %). Det genomsnittliga årliga koldioxidavtrycket per person varierade mellan 10,1 ton och 12,6 ton CO₂e.

Med hjälp av Statistikcentralens konsumtionsundersökningsmaterial kan man följa olika slags hushåll. I den lägsta inkomstdecilen var koldioxidavtrycket 7,2 t CO₂e per konsumtionsenhet, och i den högsta 19,0. Det förekom inget klart samband mellan utsläppsintensiteten, dvs. utsläpp per förbrukad euro, och inkomsten. Av hushållstyperna hade barnlösa par och barnfamiljer med två vårdnadshavare de största utsläppen per konsumtionsenhet. När boendet inte räknas med är koldioxidavtrycket per konsumtionsenhet minst i de inre stadsområdena och störst i städernas kransområden och på landsbygden nära städer. Den högsta utsläppsintensiteten förekom i trafiken, 0,81 kg CO₂e /€. Maten hade också en hög (0,76) utsläppsintensitet. De två boendeutgiftsklasserna hade klart mindre utsläppsintensitet (0,51 och 0,45), än de ovan nämnda, och det minsta koldioxidavtrycket per förbrukad euro hade övriga varor och tjänster (0,24). Den genomsnittliga utsläppsintensiteten var ca 0,5.

Nyckelord: Samhällsekonomi, offentliga upphandlingar, konsumtion, materialströmmar, input-output-analys, växthusgasutsläpp, koldioxidavtryck

ABSTRACT

Carbon footprint and raw material requirement of public procurement and household consumption in Finland – Results obtained using the ENVIMAT-model

The aim of the research was to analyse the carbon footprint (i.e. life-cycle greenhouse gas emissions) and raw material requirements (RMR) for public procurement and household consumption. The main method used was the environmentally extended input-output model ENVIMAT, supplemented with statistics on public procurement.

Greenhouse gas emissions for the final domestic demand, i.e. the consumption-based emissions of Finland, amounted to 73.4 million tons carbon dioxide equivalents (Mt CO₂e) in 2015. This can also be seen as the carbon footprint of Finland, and it was 33 % bigger than the territorial emissions which form the basis of the official national inventories.

The carbon footprint for public procurement in 2015 was 8.3 Mt CO₂e. State procurement accounted for 1.78 Mt, municipalities for 4.73 Mt CO₂e, and federations of municipalities (FM) for 1.79 Mt CO₂e. The carbon footprint of investments made by public organisations amounted to 2.7 Mt CO₂e. In state procurement 42 % of the emissions were caused by buying services, 38 % from goods, 12 % from rents, and 8 % were due to other costs. Buying goods caused the largest emission share in the defence administration (55 %), whereas services caused the largest share (81 %) in the traffic and communications sector. In the procurement made by municipalities and federations of municipalities 42–43 % of emissions were caused by the procurement of services and 52 % from goods. Looking at state administration, defence caused the largest share (43 %) of emissions, and next were the traffic and communications (21 %) and the ministry of the interior (10 %). Urban municipalities caused 3.33 Mt of emissions, and semi-urban municipalities caused 0.69 Mt and rural municipalities 0.71 Mt. Hospital districts had the largest emissions (1.03 Mt) among the federations of municipalities.

The raw material requirement of public procurement amounted to 19.5 Mt in 2015. The share of state procurement was 34 %, whereas municipalities and FM caused the remaining 66 %. The RMR of investments made by public organisations amounted to 25.7 Mt. The RMR of household consumption in 2015 was 64.8 Mt. The share of other products and services came to 32 %, housing including energy use amounted to 30 %, foodstuffs and non-alcoholic beverages contributed 26 % and transport 12 %.

Regarding the carbon footprint of households in 2016, transport caused 30 % of all carbon emission equivalents, housing and energy use 29 %, foodstuffs and non-alcoholic beverages 19 %, and other products and services 22 %. The overall carbon footprint was 53.4 Mt CO₂e in 2000 and 60.1 Mt in 2016 (12.5 % growth). Emissions were the largest in 2007 (66.6 Mt). A structural decomposition of the change in the carbon footprint from 2000 to 2016 shows three major factors: change in consumption expenditure (which alone would change the footprint by +30.7 %), change in consumption structure (-5.7 %) and technological change (-12.5 %). The annual average carbon footprint per capita varied between 10.1 and 12.6 tons of CO₂e.

Statistics Finland's Household Budget Survey was used to analyse different households. In the low-income decile the carbon footprint was 7.2 t CO₂e per consumption unit, and in the highest income decile it was 19.0. The emission intensity (i.e. emissions per euro consumed) did not have any clear relationship to the income. Regarding types of households, couples without children and couples with children had the largest footprint per consumption unit. When housing was not taken into account, households in inner urban areas had the smallest and households in peri-urban and rural areas close to urban areas had the largest carbon footprint per consumption unit. Of the consumption sectors, transport had the highest emission intensity (0.81 kg CO₂e /€). Additionally, food had a high emission intensity (0.76). The two expenditure categories related to housing had smaller intensities (0.51 and 0.45), and other goods and services had the smallest (0.24). The average emission intensity was around 0.5.

Keywords: economy, public procurement, consumption, material flows, input-output analysis, greenhouse gas emissions, carbon footprint

ESIPUHE

Tietomme kulutuksen ympäristövaikutuksista muuttuivat vuonna 2009 julkistetun ENVIMAT-tutkimuksen ja sitä pari vuotta aiemmin julkistettujen Kulutuksen mittatikkua -tutkimuksen sekä eurooppalaisen EIPRO-tutkimuksen myötä. Kun aiemmin kauhisteltiin turhia tavaroita ja jätteitä, niin näiden tutkimusten myötä huomio käännettiin myös asumiseen, ruokaan, liikkumiseen ja palveluihin. 'Bilen, biffen, bostaden' niin kuin Ruotsissa sanotaan.

Päätimme päivittää kymmenen vuotta sitten julkistetun ENVIMAT-hankkeen analyysin nimenomaan kulutuksen osalta mutta esittäen lyhyesti myös koko kansantaloutta koskevia tuloksia. Kulutuksen ilmastovaikutuksiin kohdistuu myös valtava mielenkiinto kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) julkistettua 1,5 asteen raporttinsa. Uudet tulokset antavat tietoa siitä miten kulutuksen ilmastovaikutukset ovat kymmenessä vuodessa muuttuneet. Aiemmat tulokset ovat palvelleet myös lukuisia muita tutkimusryhmiä ja hankkeita, ja päivitettyjä tuloksia tarvitaan moniin sovelluksiin.

Erityinen uutuusarvo hankkeessa on julkisia hankintoja koskevalla analyysillä. Ensinnäkin, panos-tuotosmenetelmällä ei ole aiemmin saatu julkista sektoria hyvin kuvaavia tuloksia, ja hankkeessa kehitetty menetelmä on kansainvälisestikin uusi. Toiseksi, julkisiin hankintoihin kohdistuu koko ajan suurta huomiota, koska ne nähdään tärkeänä kestävämmille tavaroille ja palveluille kysyntää luovana tekijänä.

Ajankohtaan vaikutti myös se, että kulutustutkimuksen kaksi suurta henkilöä ovat jäämässä eläkkeelle, ja heidän myötä tutkimuspiireistä poistuu valtava määrä osaamista ja tietoa. Nämä henkilöt ovat professori Ilmo Mäenpää Oulun yliopiston Thule Instituutista ja SYKEstä, sekä projektipäällikkö, dosentti Juha Nurmela Tilastokeskuksesta. Ilmo Mäenpää on vastannut kansantalouden ympäristölaajennustusta panos-tuotosanalyyseistä jo kymmenien vuosien ajan, ja Juha Nurmelan vastuulla on ollut laajan kyselyyn perustuvan Tilastokeskuksen kulutustutkimuksen johtaminen. Meillä oli onni saada heidät vielä mukaan tähän hankkeeseen.

Ympäristöministeriön rahoitus ns. KUHIMA-hankkeelle käynnisti tässä raportissa kuvatut julkisia hankintoja ja kotitalouden kulutusta koskevat analyysit, mutta työn kuluessa kävivät ilmi liittymäkohdat muihin hankkeisiin ja tutkimuksen tarkastelukulmia pystyttiin laajentamaan hankkeiden välisellä yhteistyöllä. Kansantalouden ympäristövaikutusten kokonaisanalyysiä on tehty yhteistyössä Suomen Akatemian rahoittaman hankkeen "Kiertotalouteen siirtymisen skenaarioanalyysi" (TRANSCIRC) kanssa. Lisäksi kotitalouksien kulutusta koskevia analyysejä on tehty yhteistyössä hankkeen 'Beyond MALPE-coordination: integrative envisioning' (BeMInE) kanssa, joka on saanut Suomen Akatemian yhteydessä toimivan Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoituksen. Kiitos myös Tilastokeskukselle yhteistyöstä Kulutustutkimuksen aineistojen käytössä.

Lämmin kiitos koko tutkijakonsortiolle eli Ari Nissiselle, Hannu Savolaiselle, Marja Salolle, Katriina Alholalle, Ilmo Mäenpäälle ja Juha Nurmelalle tärkeästä analyysistä, ja Roosa Rehumäelle avusta raportin esitaitossa.

Taina Nikula

Neuvotteleva virkamies, ympäristöministeriö

SISÄLLYS

1 Johdanto Ilmastonmuutoksen hillintä edellyttää parempaa tietopohjaa julkisesta ja yksityisestä kulutuksesta.....	9
2 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät.....	11
2.1 ENVIMAT – Suomen kansantalouden ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli.....	11
2.2 Julkiset hankinnat	14
2.3 Kotitalouksien kulutus	15
2.4 Tulosten epävarmuuksista	17
3 Tulokset	19
3.1 Kansantalouden kasvihuonekaasupäästöt ja luonnonvarojen käyttö vuonna 2015	19
3.2 Julkisten hankintojen arvo, kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö	21
3.2.1 Julkisten hankintojen ja julkisyhteisöjen tekemien investointien määrät	21
3.2.2 Julkisten hankintojen kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö.....	24
3.3 Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen aikasarja ja rakenteellinen ositus sekä kulutuksen raaka-aineiden käyttö	29
3.3.1 Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki vuosina 2000–2016	29
3.3.2 Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen rakenteellinen ositus.....	34
3.3.3 Kotitalouksien kulutuksen raaka-aineiden käyttö vuonna 2015	37
3.4 Erilaisten kotitalouksien hiilijalanjäljet	39
3.4.1 Kotitalouksien kulutusmenot ja niiden hiilijalanjälki vuonna 2016.....	39
3.4.2 Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki tulotason mukaan	41
3.4.3 Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki kotitalouden tyyppin mukaan.....	43
3.4.4 Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki asuinpaikan kaupunki-maaseutu-luokan mukaan	45
4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	49
4.1 Vertailua muihin tutkimuksiin	49
4.2 ENVIMAT-mallin kehittämismahdollisuuksia	52
4.3 Johtopäätökset.....	53
SANASTO	54
Liite 1. Julkisten hankintojen hankintamenoryhmät.....	56
Liite 2. Elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö kulutushyödykeryhmittäin per euro ostajahintaan	59
LÄHTEET	61

1 Johdanto

Ilmastonmuutoksen hillintä edellyttää parempaa tietopohjaa julkisesta ja yksityisestä kulutuksesta

Nissinen Ari

Suomen ympäristökeskus

Kulutus on herättänyt huomiota sekä ilmasto- ja energiastrategiassa ja keskipitkän aikavälin ilmasto-suunnitelmassa (KAISU) että hallituksen tulevaisuusselonteossa. Ihmisten kulutusvalinnat ja elämäntavat ovat nousseet erityisesti keskusteluun syksyllä 2018, kun kansainvälisen ilmastopaneelin puoleltoista asteen raportti korosti ilmastotoimien kiireellisyyttä. Vuosien 2020, 2030 ja 2050 kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteet ovat niin haastavia, ettei niihin pystytä vastaamaan ilman suuria muutoksia yksityisessä ja julkisessa kulutuksessa. Samalla pyritään myös laajemmin resurssitehokkuuden parantamiseen.

Usein kuulee sanottavan, että kulutuksen osuus kasvihuonekaasupäästöistä on 70 prosenttia, mikä voi johtaa ajatuksia harhaan, jos ei samalla kerrota, että kyse on kulutusperusteisesti lasketuista päästöistä. Voi nimittäin herättää ihmetystä, miten energiantuotanto ja muu teollisuus eivät muodostaisi suurempaa osuutta päästöistä. Ja kyllähän ne muodostavatkin valtaosan Suomen alueperusteisista päästöistä, joihin Suomen virallinen kasvihuonekaasupäästöjen arvo perustuu. Keskusteluissa mainittu luku 70 % (joka itse asiassa on tarkemmin 68 %) perustuu vuonna 2009 julkaistuun ENVIMAT-tutkimukseen (Seppälä ym. 2009, s. 86–87). Siinä on aluelähtöisen tarkastelun lisäksi tehty kotimaan loppukäytön tarkastelu, ja tässä kotitalouksien kulutuksen osuus oli 68 % kasvihuonekaasupäästöistä. Kotimaan loppukäytössä eli kulutuslähtöisessä tarkastelussa (Nissinen ym. 2015, Salo ym. 2016) otetaan huomioon vain kotimaassa käytettyjen tavaroiden ja palveluiden ja kotimaahan tehtyjen investointien elinkaariset ympäristövaikutukset, eli kotimaassa tuotetusta tuotemäärästä vähennetään vienti ja siihen lisätään tuonti. Kotimaan loppukäyttö sisältääkin vain kotitalouksien kulutuksen, julkisen kulutuksen ja kotimaahan tehdyt investoinnit. Energian tuotannon ja tavaroiden valmistusprosessien päästöt tulevat huomioiduiksi, kun kulutettujen tuotteiden elinkaariset päästöt kohdennetaan kotimaan loppukäyttöön. Koska ENVIMATin julkaistut tulokset koskevat yli 10 vuoden takaista tilannetta eli vuotta 2005, tarvitaan uutta tietoa päästöjen ja luonnonvarojen käytön jakautumisesta kansantaloudessa.

Valtioneuvoston periaatepäätös 2013 Kestävästä kulutuksesta ja tuotannosta ”Vähemmästä viisaammin” sisälsi sekä yksityiseen että julkiseen kulutukseen kohdistuvia ohjauskeinoja, ja Suomi on edelleen kärkimaa kestävänsä kulutuksen ja tuotannon ohjelmatyössä. Ohjauksen taustalle tarvitaan kuitenkin tietoa päästöjen ja materiaalikulutuksen kehittymisestä ja tärkeimmistä julkisen ja yksityisen kulutuksen osa-alueista, joihin ohjauksella voidaan vaikuttaa. Julkiset hankinnat nähdään tärkeinä esimerkiksi näyttäjinä ja kysynnän luojina ilmastoystävällisille ratkaisuille. Julkisten hankintojen hiilijalanjäljen ja raaka-aineiden käytön määrittämiseen koko kansantalouden tasolla tarvittiin kuitenkin uutta menetelmää, koska laskelmia ei ole aiemmin pystytty tekemään tarvittavalla tarkkuustasolla. Vuonna 2009 julkaistu ENVIMAT-tutkimus (Seppälä ym. 2009) esitti Suomen tuotannon ja kulutuksen elinkaariset ympäristövaikutukset toimialoittain, tuoteryhmittäin ja kulutuksen sektoreittain vuosilta 2002 ja 2005, mutta menetelmä ei vielä tuolloin sisältänyt erittelyä julkisten hankintojen ympäristövaikutusten suuruudesta.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli analysoida julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälkeä (eli elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä) ja raaka-aineiden käyttöä. Lisäksi tavoitteena oli kehittää ympäristölaajennettua panos-tuotos-mallia täydentämällä ENVIMAT-mallia julkisten

hankintojen tilastoilla ja niihin liittyvällä laskennalla siten, että pystytään määrittämään julkisten hankintojen elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden ja luonnonvarojen käyttö.

2 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

Savolainen Hannu¹, Mäenpää Ilmo², Nissinen Ari¹ ja Salo Marja¹

¹Suomen ympäristökeskus

²Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkimusprofessori, eläkkeellä

2.1 ENVIMAT – Suomen kansantalouden ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli

Rahamääräinen malli

ENVIMAT-malli on Suomen kansantalouden ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli (kuva 1, ks. mallin perusrakenteen tarkempi kuvaus: Seppälä ym. 2009). Tuotantotoiminta on jaettu mallissa 148 toimialaan ja 229 tuotteeseen.

Talouden tuotantorakenne kuvataan mallissa systemaattisesti tuotteita, toimialoja ja niiden tarjontaa, sekä käyttöä kuvaavissa tauluissa (MIOT). Tarjontataulu osoittaa, mitä tuotteita ja kuinka paljon kunkin kotimainen toimiala on tuottanut vuoden aikana. Teknisenä yksityiskohtana mainittakoon, että tuotekohtaiset tiedot ovat riveillä, ja toimialakohtaiset tiedot sarakkeilla. Toimialojen lisäksi tarjontataulun viimeisenä sarakkeena on tuotteiden tuonti.

Käyttötaulun sarakkeina on ensin toimialojen välituotekäyttö. Sen jälkeen esitetään tuotteiden lopukäyttö kotitalouksien, voittoa tavoittelemattomien yhteisöjen ja julkisyhteisöjen kulutusmenoihin, pääomanmuodostukseen, varastomuutoksiin ja vientiin. Tuotteiden alapuolella on vielä välituotekäyttöön sisältyvät tuoteverot ja -tuet sekä arvonnalisäys. Kotimaiset ja tuontituotteet ovat aluksi samassa käyttötaulussa. Jatkossa ne erotetaan toisistaan, jolloin saadaan kotimaisten tuotteiden käyttötäulu ja tuonnin käyttötäulu.

Tarjonta- ja käyttötäulujen tulee vastata toisiaan tiettyjen ominaisuuksien (ns. identiteettien) suhteen. Niinpä tarjontataulujen tuotteiden rivisummien täytyy olla yhtä suuret kuin käyttötäulujen tuotteiden rivisummat. Samoin kotimaisten toimialojen sarakesummien täytyy olla sekä tarjonta- että käyttötäuluissa yhtä suuret.

Tarjonta- ja käyttötäuluista johdetaan panos-tuotosmalli seuraavasti. Tarjontataulusta muodostetaan markkinaosuusmatriisi, joka kertoo kunkin toimialan osuuden eri tuotteiden kotimaisessa tuotannossa. Kotimaisten tuotteiden käyttötäulun toimialasarakkeista muodostetaan kerroinmatriisi jakamalla tuotteiden käytöt toimialojen tuotoksilla. Kun markkinaosuusmatriisilla kerrotaan käytön kerroinmatriisi, saadaan toimiala*toimiala-välituotekäytön kerroinmatriisi. Välituotekäytön kerroinmatriisi kuvaa, kuinka paljon kunkin toimialan tuotannossa käytetään suoraan toisten kotimaisten toimialojen tuotantoa. Välituotekäytön kerroinmatriisista muodostetaan edelleen ns. Leontieffin käänteismatriisi (ks. esim. Miller & Blair 2009). Käänteismatriisin kukin sarake kertoo, kuinka paljon saraketta vastaava toimiala on käyttänyt välittömästi tai välillisesti kunkin muun kotimaisen toimialan tuotteita. Leontieffin käänteismatriisin sarakkeiden voidaan myös tulkita kuvaavan, kuinka paljon kunkin toimialan tuoteyksikön tuottamiseen on käytetty kaikkiaan – välittömästi tai välillisesti – toisten toimialojen tuotantoa.

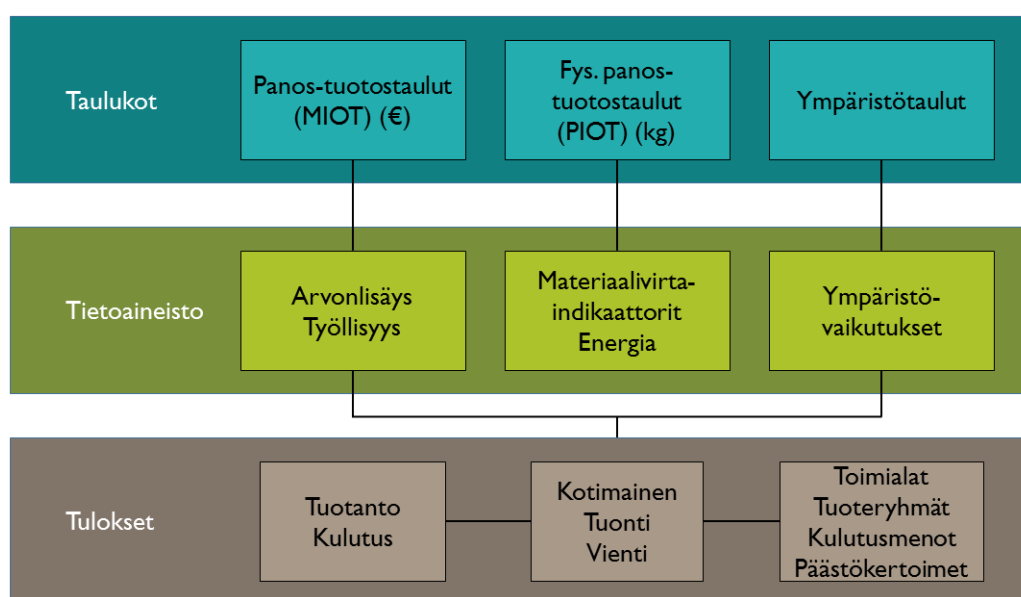
Leontieffin käänteismatriisi sisältää kuitenkin vain kotimaisten tuotteiden virrat. Tuontituotteiden elinkaarin käyttö on lisättävissä yksinkertaisesti jakamalla tuontimatriisi toimialojen tuotoksilla, jolloin saadaan tuonnin kerroinmatriisi. Haluttu tuonnin elinkaarin käyttömatriisi saadaan kertomalla Leontieffin käänteismatriisi tuonnin kerroinmatriisilla.

ENVIMAT-malli estimoitiin nyt vuoden 2015 dataan. Edellinen versio on tehty vuoden 2010 dataan. Vuoden 2010 tarjonta- ja käyttötäulujen data saatiin Tilastokeskuksesta. Vuoden 2015 estimointiin siirryttäessä Tilastokeskuksen tietosuojavaatimuksia oli tiukennettu niin, että ENVIMAT-mallin tarkkuustasolla saatiin käyttöön vain toimialojen tuotostiedot, välituotekäytön tiedot vain summina ja lisäksi alkutuotannon toimialojen tuotostiedot tuotteittain. Lisäksi kansantalouden tilipidosta (Tilastokeskus

2017a) voidaan saada hieman yksityiskohtaisemmat tiedot kotitalouksien ja julkisyhteisöjen kulutusmenoista ja pääomanmuodostuksesta. Tullihallituksen ulkomaankauppatilastosta voidaan estimoida tavara- tuotteiden vienti ja tuonti ja kansantalouden tilinpidosta lisäksi palvelujen vienti ja tuonti tuotteittain.

Koska kaikki tiedot eivät ole tarkkoja, niin lukuarvoja joudutaan estimoimaan, ja samalla toteutetaan tarjonta- ja käyttötaulukujen vastaavuus. Kokonaisuudessaan 148 toimialan ja 229 tuotteen tarjonta- ja käyttötaulukut estimoidiin lähtien vuoden 2010 tauluista. Ensin estimoidtiin sellaiset solut, joista erityis- tietoa oli saatavilla, ja loppuihin soluihin sovellettiin ns. RAS-menetelmää (Miller & Blair 2009), jossa taulujen rivejä ja sarakkeita muunnetaan asteittain siten, että lopulta saavutetaan taulujen sarake- ja rivi- summien yhtäsuuruus.

Kotitalouksien kulutusmenot on käyttötaulukossa jaettu toimialoittaisen tuoteluokituksen mukaan. Kun kulutusmenoja tarkastellaan erikseen, käytetään yleensä käyttötarkoituksenmukaista hyödykeluokitusta (COICOP, Tilastokeskus 2017b). ENVIMAT-mallissa on tehty muuntotaulukko, jossa toimiala- tuotteet muutetaan COICOP-luokitukseen 62 kulutushyödykkeen tasolla. Muuntotaulukossa kulutus- hyödykkeiden ostajahintaan lisätään tuoteverojen ja -tukien lisäksi myös kaupan ja kuljetusten osuudet.



Kuva 1. ENVIMAT-mallin lähtötietotaulukot, indikaattorit ja tulosten analysointimahdollisuudet.

Mallin ympäristölaajennukset

Vuoden 2015 ENVIMAT-malli sisältää seuraavat ympäristölaajennukset:

- Raaka-aineiden käyttö (PIOT, käytetty ja käyttämätön otto seuraavista materiaalilajeista: viljelykasvit, luonnonkasvit ja -eläimet, raakapuu, fossiiliset polttoaineet, metallimalmit, teollisuusmineraalit, rakennusmineraalit, maa-ainekset)
- Kasvihuonekaasupäästöt (CO₂ bioperäinen, CO₂ fossiilinen, CH₄, N₂O ja F-kaasut)
- Ilmansaasteet (SO₂, NO_x, NH₃, NMVOC, PM_{2,5} ja PM₁₀)

Raaka-aineiden käyttö on mitattu yhtenevästi Eurostatin (Eurostat 2017) määritelmien ja mittaustapojen kanssa. Kotimaisen tiedon lähteinä ovat olleet Luonnonvarakeskuksen viljelykasvien satotilastot, puuston hakkuutilastot ja kalansaalitilastot (Luonnonvarakeskus 2017), Geologian tutkimuskeskuksen kaivostilastot (Geological Survey of Finland 2017) sekä Euroopan maarakennusalan yhdistyksen maa-ainestilastot (European Aggregates Association 2017). Tarkemmin lähteet ja menetelmä on kuvattu Mäenpää ym. (2017a, 2017b) ja Seppälä ym. (2009) raporteissa.

Tuontituotteiden elinkaariset raaka-aineiden käyttötiedot perustuvat kansainvälisen LCI-datapankin (Ecoinvent 2017) tietoihin, joita puuttuvien tuotetietojen osalta on täydennetty muilla saatavilla olevilla tuotekohtaisilla LC-inventaaritiedoilla.

Suurin osa sekä kasvihuone- että ilmansaastepäästöistä syntyy energian tuotannossa ja kulutuksessa. Sen vuoksi aluksi estimoitiin vuoden 2015 toimialoitainen 61 energialajin kulutus käyttäen hyväksi Tilastokeskuksen Energiatilinpitoa (Tilastokeskus 2017c), Energiatilastoa (Tilastokeskus 2017d) sekä Suomen ympäristökeskuksen VAHTI-tietokantaa (Suomen ympäristökeskus 2018). Energiaperäiset päästöt arvioitiin olettamalla, että kunkin energialajin päästökertoimet ovat samat energian käyttövasta riippumatta. Oletuksen riittävää tarkkuutta edesauttaa energialajiluokituksen yksityiskohtaisuus.

Energialajikohtaisissa kasvihuonekaasupäästöissä hiilidioksidipäästöt saatiin Tilastokeskuksen julkaisemasta vuoden 2015 polttoaineluokituksista (Tilastokeskus 2017e). Metaanin ja typpioksiduulin polttoainekohtaiset päästökertoimet saatiin Tilastokeskuksen Kasvihuonekaasuinventaariosta (Statistics Finland 2017a). Ilmansaasteiden päästökertoimet estimoitiin SYKEN maaraportista (Finnish Environment Institute 2017a).

Muut kuin energiaperäiset päästöt keskittyvät yleensä muutamaa harvaan kohteeseen, vaikka lisäksi on myös hankalasti arvioitavia laajalle alalle hajaantuvia pienempiä päästöjä. Pääasiallisena lähteenä kasvihuonekaasuille oli päästöinventaarion CRF-laskentatyökirja (Statistics Finland 2017b) ja ilmansaasteille SYKEN laskentatyökirja (Finnish Environment Institute 2017b). Kun kunkin toimialan energiaperäiset ja muut päästöt lasketaan yhteen, saadaan toimialan päästöt yhteensä. Tuontituotteiden päästökertoimet on raaka-ainekäytön tavoin estimoitu elinkaarisina päästöinä Ecoinvent-datapankista ja muista elinkaariarvioinnin tietolähteistä.

Ainevirta-analyysi

Ainevirta-analyysi (myös materiaalivirta-analyysi, material flow analysis, MFA) perustuu ainevirtatilinpitoon, johon on koottu tiedot niistä luonnon kiinteistä ainemääristä, joita ihminen toiminnassaan ottaa käyttöön, muuntaa tai siirtää (tietyn ajanjakson aikana). Ainevirtatilinpidoissa ainevirtoja mitataan kaikille aineille yhteisen fysikaalisen perusominaisuuden eli massan avulla. Toimintayksikkönä on usein kansantalous, mutta tarkastelun kohteena voi olla mikä hyvänsä alue tai talouden toimiala. Luonnonvarojen käyttöönotossa ainevirrat luokitellaan käytettyyn ottoon ja käyttämättömään ottoon. Edellinen kuvaa sitä ainesmäärä, joka siirtyy talouteen jalostettavaksi tai käytettäväksi ja jälkimmäinen kuvaa luonnonainesta, jota 'käytetyn otton' yhteydessä muunnellaan ja siirretään, mutta joka jää hyödyntämättömänä ympäristöön. Käytettyä ottoa kutsutaan myös suoriksi materiaalipanoksiksi ja käyttämätöntä ottoa piilovirroiksi.

Kansantalouden suora ainepanos (DMI, direct material input) koostuu kotimaan luonnosta käyttöön otetusta ainesmäärästä ja tuonnin suorasta ainesmäärästä. Suora aineellinen kulutus (DMC, direct material consumption) saadaan vähentämällä suorasta ainepanoksesta viennin ainesmäärä. Suora aineellinen kulutus kuvaa, kuinka paljon vuoden aikana talouteen kertyy ainetta, joka joko varastoituu pääomakantaa, tavaravarastoihin ja jätteenä kaatopaikoille, tai poistuu päästöinä ilmakehään, maaperään tai vesistöihin. Suoraan aineelliseen kulutukseen jää kuitenkin välillisesti vientituotteiden valmistuksessa käytetty ainesmäärä.

Kun tuonti- ja vientituotteiden ainemääriin lisätään kaikkien niiden luonnosta otettavien raaka-aineiden massa, jota tuotteiden valmistusketjuissa on tarvittu, voidaan puhua raaka-aine-ekvivalenteista ainevirroista. Tällöin tuonti- ja vientivirrat ovat symmetrisiä kotimaan ainepanosten kanssa. Talouden raaka-ainekäyttö (RMR, raw material requirement) sisältää raaka-aine-ekvivalentin tuonnin ja kotimaan luonnosta käyttöön otetut raaka-aineet. Kun tarkastellaan esimerkiksi kotitalouksien kulutuksen tai julkisten hankintojen raaka-ainekäyttöä, tunnusluku RMR kuvaa miljoonissa kiloissa kotimaassa ja ulkomailla käyttöön otetut ainesmäärät, joita on tarvittu kyseisten tuote- tai palveluryhmien valmistusketjuissa. Raaka-aineiden käyttö voidaan jakaa viennin raaka-ainekäyttöön ja raaka-ainekulutukseen

(RMC, raw material consumption), joka kuvaa, kuinka paljon luonnonraaka-aineita on tarvittu tuotteiden kotimaiseen loppukäyttöön, kulutukseen ja pääomanmuodostukseen.

Luonnonvarojen kokonaiskäyttö (TMR, total material requirement) muodostuu, kun luonnonvarojen käytettyyn ottoon lisätään sen yhteydessä syntyvä käyttämätön otto. Kokonaiskäyttö voidaan jakaa tarjontapuolella kotimaan ja tuonnin osioihin. Luonnonvarojen kokonaiskulutus (TMC, total material consumption) taas kertoo, kuinka paljon luonnonvarojen kokonaiskäytöstä menee kotimaan loppukäyttöön eli kulutukseen ja investointeihin. ENVIMAT-mallilla lasketaan, missä eri lopputuotteiden valmistus- ja toimitusketjuissa Suomeen tulevia ja Suomessa käyttöön otettuja ainevirtoja käytetään. Ainevirrat voidaan siten allokoida eri loppukäytön kategorioille.

2.2 Julkiset hankinnat

Julkisten hankintojen euromääräiset tiedot

Tässä tutkimuksessa julkisiksi hankinnoiksi on sisällytetty valtion sekä kuntien ja kuntayhtymien tuotteiden ja palveluiden hankinnat sekä bruttoinvestoinnit. On syytä huomata, että julkiset hankinnat ovat eri asia kuin julkiset kulutusmenot kansantalouden tilinpidossa. Valtion hankintamenot on kerätty valtion raportointipalvelu Netrasta (www.netra.fi), josta on saatavilla budjettitalouden hankintamenot valtion talousarvion pääluokittain. Tarkasteltavia pääluokkia eli hallinnonaloja on yhteensä neljätoista. Hankinnat on jaoteltu 67 tuotteeseen ja palveluun (ks. liite 1) jotka muodostavat neljä hankintaryhmää (aineet, tavarat ja tarvikkeet; vuokrat; palvelujen ostot ja muut kulut).

Kuntien (317 kpl) ja kuntayhtymien (146 kpl) hankintamenot on saatu Tilastokeskuksen ylläpitämästä tietokannasta, johon on koottu kuntien ja kuntayhtymien raportoidut taloustiedot. Kululajierittelyt ovat saatavilla 34 tuotteen ja palvelun tarkkuudella (ks. liite 1). Edelleen ne muodostavat kolme hankintaryhmää (muiden palvelujen ostot; aineet, tarvikkeet ja tavarat ja ulkoiset vuokrat).

Investointihankintoja koskevat tiedot on saatu Tilastokeskuksen kansantalouden tilinpidosta julkisten hankintojen bruttoinvestointien tilastosta. Investoinnit on jaettu valtionhallinnon ja paikallishallinnon luokkiin ja yhdeksään investointituoteryhmään. Netrasta kerätyt valtion hallinnonaloittaiset investointitiedot kattoivat vain noin 20 % kansantalouden tilinpidossa tilastoiduista bruttoinvestoinneista. Kuntien ja kuntayhtymien kohdalla Tilastokeskukselle raportoidut taloustiedot kattoivat noin 87 % paikallishallinnon bruttoinvestoinneista kansantalouden tilinpidossa. Lisäksi osa raportoiduista investoinneista olisi ollut vaikeaa kohdistaa investointituoteryhmiin. Näiden syiden vuoksi julkisten investointihankintojen hiilijalanjälkeä ja raaka-aineiden käyttöä päädyttiin arvioimaan kansantalouden tilinpidon tietojen pohjalta. Puutteellisen aineiston käyttäminen olisi johtanut puutteelliseen käsitykseen investointien ympäristövaikutuksista.

Julkisten hankintojen hiilijalanjälki ja raaka-ainekäyttö

Tutkimuksessa tarkasteltiin julkisten hankintojen ympäristökuormitusta kasvihuonekaasupäästöjen (KHK, yksikkönä kg CO₂e) ja raaka-aineiden käytön (raw material requirement, RMR) osalta. Julkisten hankintojen tuoteryhmille arvioitiin elinkaariset KHK- ja RMR-kuormituskertoimet hyödyntäen ENVIMAT-mallia. Mallilla lasketaan ensin kuormituskertoimet Suomen markkinoilla oleville keskimääräisille tuotteille, jotka on ryhmitelty ENVIMATissa 229 tuoteryhmään. Kotimaisten ja tuontituotteiden kuormituskertoimet on painotettu yhteen kotimaan markkinoiden tuontiosuuksien avulla. ENVIMAT-malli tuottaa kertoimet tuotteiden perushintaista arvoa kohti. Näistä on edelleen johdettu ostajahintaisten tuotteiden kuormituskertoimet lisäämällä niiden arvoon kaupan ja kuljetusten aiheuttama kustannuslisä ja kuormitukseen kaupan ja kuljetusten kuormituslisät. Kaupan ja kuljetusten osuudet tuotteiden arvosta on saatu Tilastokeskuksen vuoden 2014 panos-tuotostauluista, joiden tuotejako on karkeampi (60 tuotetta) kuin ENVIMATin.

Valtion ja kuntien kirjanpidossa etenkin tavarat on jaoteltu karkeammalla tasolla kuin ENVIMAT-mallissa. Tämän vuoksi ENVIMAT-mallin tarkemman tason kuormituskertoimet kohdistetaan hankintatuotteille hyödyntäen ENVIMAT-mallin "julkisen alan" (eli julkisenemmistöisten toimialojen) välituotekäyttötietoja vuodelta 2015. Kullekin julkisten hankintojen tuoteryhmälle kuormituskertoimet saadaan painottamalla yhteen tuoteryhmään sisältyvien ENVIMAT-tuotteiden välituotekäytön määrän suhteellisilla osuuksilla. Noin puolella ENVIMAT-tuotteista julkisilla aloilla käyttö on nolla, joten laskennassa hyödynnetään 123 tuotteen tietoja. Koska "julkisen alan" välituotekäytön jakautumisesta valtionhallintoon ja paikallishallintoon ei ole ollut käytettävissä yksityiskohtaista tietoa, sekä valtion että kuntien kuormituskertoimien painotuksessa on käytetty samoja tuotekohtaisia summia.

ENVIMAT-tuotteiden kuormituskertoimet kohdistetaan valtionhallinnon ja paikallishallinnon (kunnat ja kuntayhtymät) hankintoihin erillisen laskenta-avaimen avulla. Jokainen ENVIMAT-tuote on kohdistettu vähintäänkin yhteen valtio- tai kuntasektorin hankintatuotteeseen. Kohdentamisessa on käytetty apuna Tilastokeskuksen toimiala- ja tuoteluokituksia (Tilastokeskus 2008), Kuntatalouden tiedonkeruun ohjeita (Tilastokeskus 2017f), Valtiokonttorin Liikekirjanpidon tilikarttaa (Valtiokonttori 2015) sekä hankintatietoja sisältävää kirjanpitoaineistoa. Viimeisessä vaiheessa hankintasummat kerrotaan kuormituskertoimilla momenteittain, ja lopputuloksena saadaan elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt (eli hiilijalanjälki) sekä raaka-aineiden käyttö.

Julkisten hankintojen poltto- ja voiteluaineiden polttoperäiset päästöt on arvioitu käyttäen hyväksi ENVIMAT-mallin toimialoittaista energian kulutuksen taulukkoa, polttoaineiden arvonlisäverottomia hintatietoja ja polttoaineiden päästötietoja. Valtion, kuntien ja kuntayhtymien poltto- ja voiteluainehankintojen sisällöstä polttoainelaaduittain ei ole käytettävissä tarkkaa tietoa. Tämän vuoksi laskettiin moottoribensiinin, dieselöljyn ja kevyen polttoöljyn hiilidioksidipäästöt käytettyä euroa kohden. Saaduista kertoimista muodostettiin yleispäästökerroin painottamalla polttoainekohtaisia kertoimia ENVIMAT-mallin "julkisen alan" (eli julkisenemmistöisten toimialojen) energian kulutustiedoilla vuodelta 2015. Näin lasketulla polttoperäisten päästöjen kertoimella kerrottiin kunkin julkisen hankintaorganisaation poltto- ja voiteluainehankintamenot. Nämä päästöt lisätään edellä laskettuihin poltto- ja voiteluaineiden valmistus- ja jakeluketjun päästöihin, jolloin saadaan elinkaariset KHK-päästöt, jotka sisältävät myös polttoaineiden käytön.

Julkisen sektorin investointien hiilijalanjälki ja raaka-ainekäyttö lasketaan hieman toisin kuin hankintamenojen kuormitukset. Tilastokeskuksen kansantalouden tilinpidon investointituotteille (9 lajia) lasketaan painotetut KHK- ja RMR-kuormituskertoimet. Painotuksen datapohjana on vuoden 2015 panos-tuotomalliin estimoitu tuote*investointitavararyhmä-bruttoinvestointimatriisi. Laskennassa hyödynnetään 57 ENVIMAT-tuoteryhmän kuormituskertoimia. Investointien kuormitukset saadaan kertomalla bruttoinvestointeja painotetuilla kertoimilla.

2.3 Kotitalouksien kulutus

Kotitalouksien kulutusmenojen aineistot

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälkeä on tarkasteltu tässä tutkimuksessa sekä kansantalouden tilinpidon että kulutustutkimukseen pohjautuen. Kansantalouden tilinpidon yksityisten kulutusmenojen tilastosta koottiin vuosien 2000–2016 kulutusmenot 59 kulutushyödykkeen tarkkuudella. Kulutusmenotiedoista poistettiin ulkomaalaisten kulutusmenot Suomessa. Vuosien 2014–2016 osalta ulkomaalaisten kulutusmenot Suomessa estimoitiin käyttäen vuoden 2013 menojen jakaumaa, koska tarkempia tietoja ei ollut saatavilla. Lopuksi kotitalouksien kulutusmenot muunnettiin vuoden 2015 hintatasoon. Näin saatiin vuosien 2000–2016 kotitalouksien kulutusmenot vuoden 2015 hinnoin. Kulutusmenoja voidaan tarkastella eri aggregointitasoilla kulutushyödykeryhmittäin (esimerkiksi 4, 13 tai 16 hyödykeryhmän tasolla tai 59 kulutushyödykkeen laskentatasolla).

Tuorein Tilastokeskuksen kulutustutkimusaineisto on vuodelta 2016, ja se koostuu 3 673 kotitalouden vastauksista. Painotettuina, eli käyttäen Tilastokeskuksen aineistolle laskemia painokertoimia, vastaukset kuvaavat suomalaisten kotitalouksien kulutusta. Tilastokeskuksen (2018) mukaan kulutustutkimuksen perusjoukko on Suomessa vakinaisesti asuvat (ns. kotitalousväestö). Tutkimuksen perusjoukkoon ei kuulu laitospäästö, esimerkiksi hoitolaitoksissa asuvat. Vuonna 2016 kotitalousväestöön kuului 5,3 miljoonaa henkilöä. Kansantalouden tilinpidossa yksityisten henkilöiden kulutus laskeaan kotitalouksien kulutusmenoihin riippumatta siitä kuuluvatko he laitos- tai muuhun väestöön. Toisin sanoen, kansantalouden tilinpito kattaa suuremman ihmisjoukon kulutuksen verrattuna kulutustutkimuksen perusjoukkoon.

Perusjoukkoon liittyvien erojen lisäksi kansantalouden tilinpito ja kulutustutkimus eroavat toisistaan tiedonkeruutavoiltaan. Tiedonkeruun keskeinen ero on se, että kulutustutkimuksen aineisto kerätään otostutkimuksena. Kotitaloudet haastatellaan ja he keräävät 14 päivän ajan kuitit päivittäistavaroiden ostosta. Kansantalouden tilinpidon tiedot koostetaan lukuisten tietolähteiden ja tilastojen avulla. Myös kulutustutkimusta käytetään tilinpidon muodostamisen tietolähteenä.

Kulutustutkimuksessa ilmoitetut menot ovat pienemmät kuin kansantalouden tilinpidonmukaiset kotitalouksien kulutusmenot. Vuonna 2016 kotitalouksien kulutusmenot olivat kulutusmenotutkimuksen mukaan yhteensä 34 191 euroa per kotitalous, ja kansantalouden tilinpidon mukaan 42 070 euroa per kotitalous (Tilastokeskus 2018, taulukko 11).¹ Lisäksi joissakin kulutusmenoryhmissä, kuten alkoholi-juomissa, kulutustutkimuksen ja muista tietolähteistä saatujen menojen ero on erityisen suuri. Tutkimuksessa kulutustutkimuksen kulutusmenot on ryhmitelty 69 COICOP-luokituksen mukaiseen kulutus-hyödykeryhmään. Kansantalouden tilinpitoon perustuvaan tarkasteluun verrattuna yksityiskohtien määrää on lisätty asumisen ja siihen liittyvän energiankäytön osalta.

Kulutuslähtöisessä tarkastelussa perustana on ostajanhinta. Tällöin tuotteiden perushintaan lisätään tuoteverot ja -tuot sekä kaupan ja kuljetusten lisät. Vastaavasti ympäristövaikutuksiin lisätään kaupan ja kuljetusten ympäristövaikutukset. Kotitalouksien kulutusta mitataan yleensä kotitalouksien kulutusmenoina eli sillä, mitä kotitaloudet ostavat. Kansantalouden tilinpidossa seurataan myös laajempaa käsitettä ”kotitalouksien todellinen kulutus”, jossa kotitalouksien kulutusmenoihin lisätään julkisen sektorin ja yksityisten voittoa tavoittelemattomien yhteisöjen (ns. kolmannen sektorin) kotitalouksille kustantamat palvelut. Tämä käsite kuvaa kotitalouksien kulutusmenoja kattavammin kotitalouksien käyttämien tavaroiden ja palveluiden yhteenlaskettua arvoa. Kotitalouksien todellinen kulutus sopii kotitalouksien kulutusmenoja paremmin kansainvälisiin vertailuihin, koska kotitalouksien käyttämien palveluiden (esim. terveydenhuolto ja koulutus) kustannusten jakautuminen kotitalouksien ja julkisen sektorin kesken vaihtelee maittain. Tässä raportissa keskitytään ainoastaan kotitalouksien kulutusmenoihin, ja julkisen ja ns. kolmannen sektorin tuottamat palvelut on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja raaka-ainekäyttö

ENVIMAT-mallilla lasketaan KHK- ja RMR-kuormituskertoimet 62 kulutushyödykkeelle. Koska kulutushyödykkeiden tarkastelutarkkuus eroaa ENVIMAT-mallin ja yksityisten kulutusmenojen tilastojen välillä, kansantalouden tilinpitoon perustuvassa tarkastelussa kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen ja raaka-ainekäytön yksityiskohtaisin tarkastelutaso (ns. laskentataso) on 59 kulutushyödykettä. Kulutustutkimuksen laskentataso on 69 kulutushyödykettä. Tätä tarkkuustasoa varten on estimoitu asumisen ja siihen liittyvän energiankäytön kulutushyödykkeille päästökertoimet eri tilastolähteitä hyödyntäen. Kulutushyödykkeiden hiilijalanjälki ja raaka-aineiden käyttö lasketaan kertomalla euromääräiset summat vastaavilla päästökertoimilla.

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen aikasarjaa varten laskettiin kulutushyödykkeille vuosittaiset KHK-päästökertoimet vuoden 2015 kulutustasossa ENVIMAT-mallia hyödyntäen. Malli on varsinaisesti estimoitu vuoteen 2015. Erityisesti ilmapäästöt vaihtelevat vuosittain johtuen pääasiassa

¹ Tilastokeskus on tehnyt em. lukuihin määritelmällisiä yhtenäistyksiä, joista on kerrottu tarkemmin kulutustutkimuksen käsikirjassa s. 38.

lämmitystarpeen ja energiantuotantotapojen muutoksista. Myös ilmastonmuutoksen torjumiseen tähtäävät toimenpiteet ovat voineet pienentää joitakin päästöjä. Tämän vuoksi ENVIMATin datapohjaan koottiin tiedot erityisesti kotitalouksien kulutusmenoissa merkittävien päästötekijöiden kehityksestä vuosina 2000 – 2016 siten, että muutokset voitiin syöttää mallilaskentaan. Näitä tekijöitä olivat sähkön ja kaukolämmön tuotannon primäärienergian käyttökäyttö, lämmitysenergian kulutus vuokra-asuntojen ja osakehuoneistojen välituotekäytössä, tuontisähkön osuudet sekä liikennepolttoaineiden bio-osuudet. Lisäksi estimoitiin muutokset eräille erityispäästöille, jotka ovat muuttuneet huomattavasti tarkastelujakson aikana (lannoitteiden valmistuksen typpioksiduulipäästöt, kaatopaikkojen metaanipäästöt ja vähittäiskaupan F-kaasupäästöt). Muutokset koskevat kuitenkin vain kotimaisia päästöjä, koska Ecoinventistä ei ole saatavissa tuontituotteille vastaavia muutoksia.

Rakenteellisen osituksen menetelmä

Rakenteellisen osituksen menetelmällä (SDA, structural decomposition analysis) voidaan monesta osatekijästä ja niiden toisistaan poikkeavista vaikutuskertoimista muodostuvan kokonaisuuden yhteisvaikutuksen muutos osittaa eri komponentteihin. Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen kokonaismuutosta yli ajan voidaan tarkastella kulutusmenojen muutoksen, kulutusrakenteen muutoksen ja teknologisen (eli päästökertoimien) muutoksen avulla. Rakenteellisen osituksen tarkastelutaso voi olla hiilijalanjäljen kokonaistasolla tai kulutushyödykeryhmien eri aggregointitasoilla. Muutosta tarkastellaan kahden vuosiparin välillä, jotka voivat olla peräkkäisiä vuosia tai pidemmän aikavälin lähtö- ja päätevuosia. Mikäli tarkastellaan pidempää aikaväliä, SDA-menetelmä jakaa lähtö- ja päätevuosien välisen nettomuutoksen komponentteihin, mutta ei pysty arvioimaan tarkemmin tarkasteluvälillä tapahtuneita, mahdollisesti eri suuntiin vaikuttaneita muutoksia. Tästä syystä rakenteellinen ositus vuosipareittain tarjoaa lisäinformaatiota hiilijalanjäljen muutoksesta.

Hiilijalanjäljen kokonaismuutoksen rakenteellinen osituksen kaava on johdettu Dietzenbacherin ja Losin keskiarvoja hyödyntävän mallin (1998) pohjalta (ks. myös Miller & Blair 2009):

$$\Delta E = E_t - E_0 = \bar{e}' \bar{r} \Delta Q + \bar{e}' \bar{Q} \Delta r + \bar{q}' \Delta e, \quad (1)$$

missä ΔE on hiilijalanjäljen kokonaismuutos (Mkg CO₂e) lähtövuoden (0) ja päätevuoden (t) välillä, e on KHK-päästökertoimien (kg/€) vektori, q on kulutushyödykemenojen (M€) vektori, Q kotitalouksien kulutusmenojen summa ja $r = q/Q$ on kulutushyödykkeiden meno-osuuksien (€/€) vektori. Δ on päätevuoden ja lähtövuoden arvojen erotus eli muutos, yläviiva merkitsee lähtö- ja päätevuoden arvojen aritmeettista keskiarvoa ja $'$ tarkoittaa vektorin transpoosia. Yhtälössä (1) oikean puolen ensimmäinen komponentti on kulutusmenojen muutoksen vaikutus, toinen komponentti on kulutusrakenteen muutoksen vaikutus ja kolmas komponentti on teknologisen muutoksen vaikutus hiilijalanjäljen kokonaismuutokseen.

2.4 Tulosten epävarmuuksista

Tämän tutkimuksen tulokset hiilijalanjäljestä ja raaka-aineiden käytöstä perustuvat kulutushyödykkeille laskettuihin kuormituskertoimiin ja hyödykekohtaisiin kulutusmenoihin. Kulutushyödykkeiden elinkaariset kuormituskertoimet on estimoitu ympäristölaajennetun ENVIMAT-panos-tuotsmallin avulla. Mallissa kotimaan toiminnot ja tuonti muodostavat Suomen kansantalouden kokonaisympäristövaikutuksen, joka voidaan kohdentaa kotimaan loppukäytölle (sis. yksilöllisen ja julkisen kulutuksen ja investoinnit) ja viennille.

Käytettyjen menetelmien epävarmuudet muodostuvat virheistä lähtötiedoissa (materiaali- ja rahavirrat, kulutusmenotiedot, julkisten hankintojen menotiedot, päästötiedot), käytetyissä muuntomatriiseissa (ENVIMAT-tuotteiden yhdistäminen julkisten hankintojen tuoteryhmiin) ja itse mallin rakenteessa (mallin rahamääräisen allokoinnin vaikutukset lopputuloksiin).

Julkisissa hankinnoissa poltto- ja voiteluaineiden elinkaaristen päästöjen laskenta sisältää epävarmuuksia. Taustaoletuksena on, että kaikkien julkisten organisaatioiden polttoainekäyttö on rakenteeltaan samanlaista. Lisäksi tiedossa ei ole, mihin hintaan organisaatiot ostivat poltto- ja voiteluaineita, vaan laskelmissa on käytetty Tilastokeskuksen ilmoittamia vuoden 2015 arvonlisäverottomia keskihintoja. Kokonaisuudessaan julkisten hankintojen poltto- ja voiteluaineiden päästökerroin (sis. valmistusketjun ja polttoperäiset päästöt) on suuruudeltaan hyvin lähellä kotitalouksien kulutuksessa käytettyä kerrointa. Julkisten organisaatioiden polttoperäiset päästöt eivät kuitenkaan sisällä voiteluaineiden käytöstä aiheutuvia ns. prosessipäästöjä eivätkä kaikkea maanpuolustukseen liittyvää polttoaineiden käyttöä (esim. lentopetrolia), minkä seurauksena tuloksissa hieman aliarvioidaan julkisten hankintojen KHK-päästöjä.

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja raaka-aineiden käyttö vuoden 2015 osalta on kuvattu sekä ENVIMAT-mallin tuloksissa (luku 3.1) että kotitalouksien tarkemmassa analyysissä (luku 3.3). Luvut eivät ole sellaisenaan vertailukelpoisia, koska käytetyt lähtödatat ja laskentamenetelmät eroavat jonkin verran toisistaan. ENVIMAT-mallissa kotitalouksien kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö lasketaan suoraan ENVIMAT-tuotteiden pohjalta muuttamatta niitä COICOP-luokituksen kulutushyödykkeiksi. Lisäksi ulkomaalaisten matkailun kulutusmenot Suomessa (lasketaan vientiin) käsitellään erillään kotitalouksien kulutusmenoista. Aikasarja-analyysiä varten muutetaan ENVIMAT-tuotteet kulutushyödykkeiksi, mistä aiheutuu epävarmuutta. Lisäksi yksityisistä kulutusmenoista joudutaan estimoimalla poistamaan ulkomaalaisten kulutusmenot Suomessa. Kuormitusten suuruusluokka on molemmissa laskentatavoissa kuitenkin sama. ENVIMAT-mallin tuloksissa eri loppukäytön kategoriat ovat vertailukelpoisia keskenään, samoin kuin kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen aikasarjassa eri vuodet ovat vertailukelpoisia keskenään.

Rakenteellisen osituksen menetelmässä tarkastelun kulutushyödykkeiden aggregointitaso vaikuttaa siihen, kuinka suuri osuus kokonaisuutoksesta selittyy kulutusmenojen muutoksella ja kulutusrakenteen muutoksella. Kun hiilijalanjälkeä tarkastellaan kulutushyödykeryhmittäin, kulutusrakenteen muutoksen merkitys ylikorostuu kulutusmenojen muutoksen kustannuksella verrattuna laskentaan, jossa tarkastellaan hiilijalanjälkeä kokonaisuutena. Lisäksi menetelmässä kulutuksen rakennemuutoksen vaikutus kokonaispäästöihin on ns. nettovaikutus; eri suuntaiset, samanaikaiset muutokset kulutusmenojen rakenteessa voivat jäädä identifioimatta. Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen aikasarjatarkastelussa muutosparametrien valinta ja parametrien estimoinnin lähtödatan laatu voivat myös aiheuttaa virheitä tuloksissa. Koska tuontituotteiden KHK-kertoimien osalta saatavilla ei ole ollut vastaavaa aikasarjaa kuin kotimaan tuotannon osalta, kuvaavat muutokset kotitalouksien hiilijalanjäljessä ennen kaikkea muutoksia kotimaan toiminnoissa.

3 Tulokset

3.1 Kansantalouden kasvihuonekaasupäästöt ja luonnonvarojen käyttö vuonna 2015

Savolainen Hannu¹, Nissinen Ari¹ ja Mäenpää Ilmo²

¹Suomen ympäristökeskus

²Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkimusprofessori, eläkkeellä

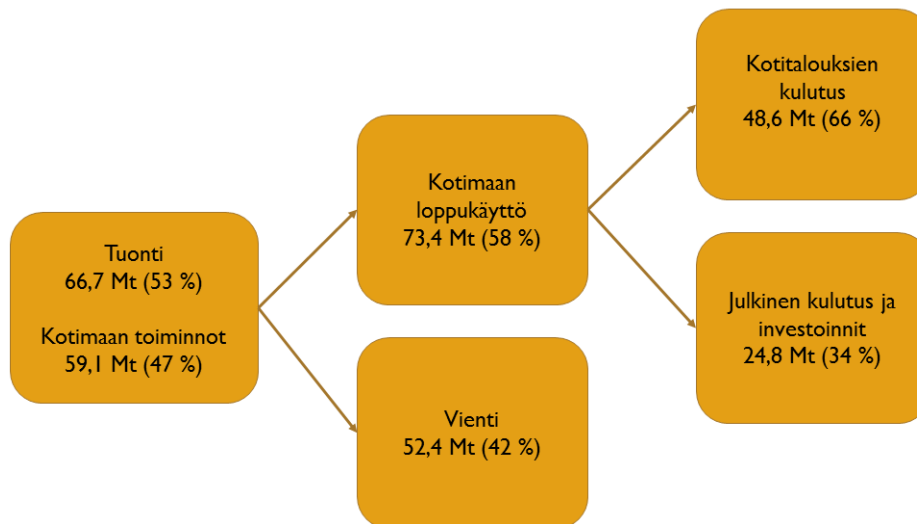
Suomen kansantalouden elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä ja raaka-aineiden käyttöä voidaan tarkastella sekä tarjonnan että käytön näkökulmista. Koko kansantalouden globaalit ympäristövaikutukset muodostuvat kotimaan toimintojen ja tuonnin yhteisvaikutuksesta. Nämä kaksi kokonaisuutta muodostavat tarjontapuolen. Kotimaan toiminnot pitävät sisällään Suomessa toimivien tuotanto- ja palvelutoimialojen ympäristövaikutukset sekä kotitalouksien suorat vaikutukset. Tuonti kuvaa ulkomailla valmistettujen tuotteiden elinkaarisia ympäristövaikutuksia sisältäen valmistamisen suorat ja välilliset vaikutukset. Käyttöä ovat kotimainen loppukäyttö ja vienti. Kotimainen loppukäyttö muodostuu yksityisestä ja julkisesta kulutuksesta ja investoinneista.

Vuonna 2015 Suomen kansantalouden aiheuttamat elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt olivat yhteensä 125,8 miljoonaa tonnia CO₂e (kuva 2). Tämä on noin 128 % enemmän kuin tarkasteluvouden kasvihuonekaasuinventaarion raportointi eli Suomen virallinen päästölukema (55,2 Mt CO₂e, Statistics Finland 2019). Tuonnin osuus elinkaarista kasvihuonekaasupäästöistä oli 53 % ja kotimaan toimintojen 47 %. KHK-päästöistä siis yli puolet syntyy Suomen rajojen ulkopuolella. Kotimaan toiminnot sisältävät noin 3,9 Mt suomalaisten lentokoneiden ja laivojen kansainvälisen liikenteen polttoainekulutuksen päästöjä (vrt. Niemistö ym. 2019). Nämä päästöt lasketaan mukaan tuotantoperusteisessa tarkastelussa, mutta jätetään summaamatta alueperusteisessa tarkastelussa (European Environment Agency 2013), johon kasvihuonekaasupäästöjen raportointi eli Suomen virallinen päästölukema perustuu.

Suomen kansantalouden aiheuttamista globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä 73,4 Mt (58 %) kohdistui kotimaan loppukäyttöön eli kulutukseen ja investointeihin. Tästä käytetään myös nimitystä kulusperäinen päästö (Nissinen ym. 2015, Salo ym. 2016). Loput vaikutuksista (42 %) kohdentuivat vientiin, ja niiden voidaan ajatella kohdentuvan yksityisille ja julkisille kuluttajille ja investointeihin ulkomailla.

Kotimaan loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 24 % suuremmat kuin kotimaan toimintojen aiheuttamat päästöt, ja noin 33 % suuremmat kuin Suomen aluepäästö eli virallinen päästö. Kotimaan loppukäytöstä voidaan myös käyttää nimitystä Suomen hiilijalanjälki.

Kotitalouksien kulutus aiheutti 48,6 miljoonan tonnin KHK-päästöt eli 66 % kotimaan loppukäytön aiheuttamista päästöistä (jotka olivat 73,4 Mt). Loput kotimaan loppukäytön elinkaarista kasvihuonekaasupäästöistä (34 %) aiheutuivat julkisesta kulutuksesta ja investoinneista, ja jakautuivat seuraavasti: kotitalouksia palvelevat voittoa tavoittelemattomat yhteisöt 1,1 Mt, julkiset yksilölliset kulutusmenot 5,0 Mt, julkiset kollektiiviset kulutusmenot 4,1 Mt, kiinteän pääoman bruttomuodostus eli investoinnit 14,2 Mt, ja varastojen muutos 0,3 Mt. Tästä laskien julkisen kulutuksen hiilijalanjälki oli 9,1 Mt, ja sen osuus kotimaan loppukäytöstä oli 12,4 %. Investointien osuus oli 19,3 %.



Kuva 2. Suomen kansantalouden kasvihuonekaasupäästöjen (125,8 Mt CO₂e) jakautuminen eri osakokonaisuuksiin vuonna 2015. Kotimaan loppukäytöstä voidaan myös käyttää nimitystä Suomen hiilijalanjälki, ja se oli 33 % suu-rempi kuin Suomen raportoima virallinen kasvihuonekaasujen päästölukema (55,2 Mt CO₂e).

Suomen talouden luonnonvarojen käyttö, eli kotimaan luonnosta otetut ja tuontituotteissa ulkomailta tulevat ainevirrat, on esitetty kuvissa 3 ja 4. Suomen luonnonvarojen kokonaiskäyttö (TMR) vuonna 2015 oli 637 miljoonaa tonnia (kuva 3). Henkeä kohden laskettu luonnonvarojen kokonaiskäyttö oli 116 tonnia ja suhteessa bruttokansantuotteeseen 3,03 kg/euro. Tuonnin osuus kokonaiskäytöstä oli 62 %.

Suomen luonnosta otetut suorat materiaalienpanokset olivat 170 Mt ja piilovirrat 73 Mt, ja yhteensä kotimaisten luonnonvarojen käyttö oli 243 Mt (kuvat 3 ja 4). Suurin yksittäinen materiaalityyppi oli sora ja murske, joka kattoi noin 53 % suorista panoksista ja noin 36 % kotimaisten luonnonvarojen kokonaiskäytöstä. Raakapuun osuus kotimaan käytetystä otosta oli noin 20 % ja kokonaiskäytöstä piilovirtoineen noin 24 %.

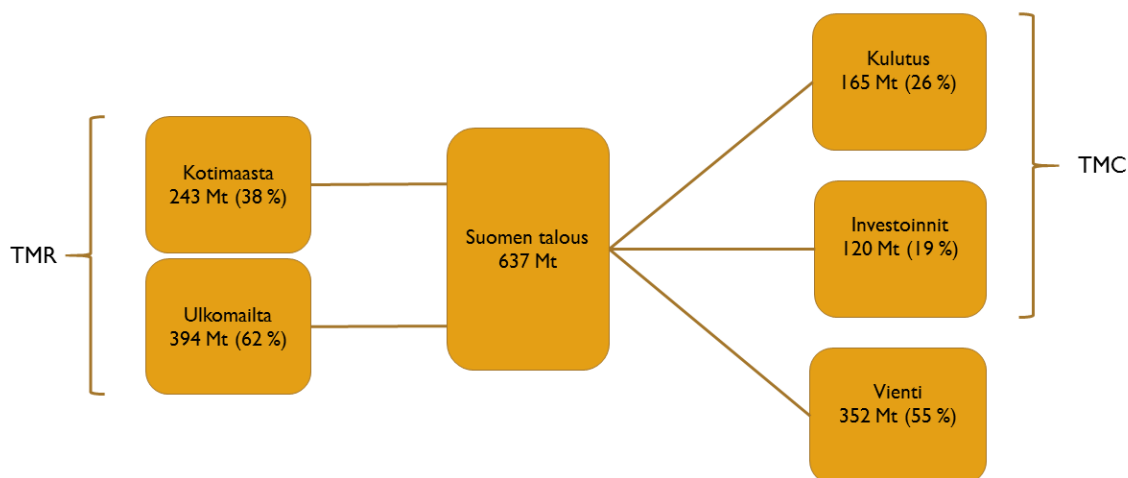
Tuonnin suorat materiaalienpanokset olivat 54 Mt, raaka-aine-ekvivalentti tuonti oli 173 Mt ja käyttämättömän oton sisältävä tuonnin luonnonvarojen kokonaiskäyttö oli 394 Mt (kuvat 3 ja 4). Massojen suuret erot kuvastavat tuontituotteiden korkeaa jalostusastetta. Kun huomioon otetaan elinkaariset vaikutukset, tuonnin luonnonvarojen kokonaiskäyttö nousee korkeaksi.

Tuonnin suorien materiaalienpanosten suurin tuoteryhmä oli fossiiliset polttoaineet, noin 38 % osuudella tuonnista. Toiseksi suurin ryhmä oli kemialliset tuotteet. Kun tuontituotteita arvioitiin raaka-aine-ekvivalentteina ainevirtoina, niin fossiiliset polttoaineet olivat edelleen suurin tuoteryhmä, mutta perusmetallit nousivat toiseksi suurimmaksi ryhmäksi noin 15 % osuudella, vaikka suorissa materiaalienpanoksissa niiden osuus oli vain noin 3 %. Tarkasteltaessa tuonnin luonnonvarojen kokonaiskäyttöä suurin tuoteryhmä oli perusmetallit noin 18 % osuudella ja toiseksi suurin oli fossiiliset polttoaineet noin 16 % osuudella.

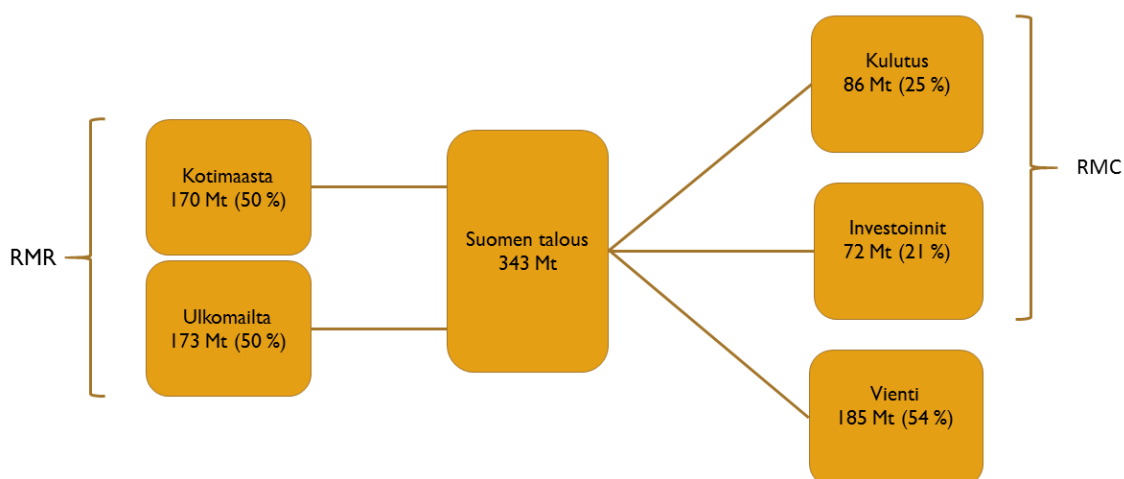
ENVIMAT-mallilla voidaan analysoida, missä eri lopputuotteiden valmistusketjuissa Suomen luonnosta otettavia ja Suomeen tulevia ainevirtoja hyödynnetään. Luonnonvarojen kokonaiskäyttöä tarkasteltaessa yli puolet luonnonvaroista käytettiin vientituotteiden valmistamiseen, vajaa viidennes investointeihin (johon sisältyvät kiinteän pääoman bruttomuodostus ja varastojen muutos) ja reilu neljännes kulutustavaroiden ja -palvelujen tuottamiseen (kuva 3). Luonnonvarojen kokonaiskulutus (TMC) eli luonnonvarojen kokonaiskäytöstä kulutukseen ja investointeihin menevä osuus oli 285 miljoonaa tonnia (kuva 3). Kun vastaavasti tarkastellaan raaka-aineiden käyttöä, niin raaka-ainekulutus (RMC, eli kulutukseen ja investointeihin tarvittavat raaka-ainevirrat) oli 158 Mt (kuva 4).

Viennin suurin tuoteryhmä suorilla materiaalienpanoksilla (DMI) mitattuna oli puu- ja paperituotteet noin 40 % osuudella. Raaka-aine-ekvivalentteina ainevirtoina (RMR) tarkasteltaessa puu- ja paperituotteiden rinnalle nousi perusmetallien tuoteryhmä. Myös luonnonvarojen kokonaiskäytön tasolla edellä mainitut tuoteryhmät olivat suurimmat molemmat noin 20 % osuuksilla. Metall- ja konepajatuotteiden suora materiaalmäärä oli 1,1 miljoonaa tonnia, mutta tuotteiden luonnonvarojen kokonaiskäyttö oli

niinkin suuri kuin 37 miljoonaa tonnia. Vastaava huomattava ero oli elektronisilla tuotteilla (DMI 0,3 Mt ja TMR 28 Mt).



Kuva 3. Suomen kansantalouden luonnonvarojen kokonaiskäytön (TMR) tase vuonna 2015. Luonnonvarojen kokonaiskulutus (TMC) kuvaa Suomen kansantalouden käyttöön jäävää osaa TMR:stä.



Kuva 4. Suomen kansantalouden raaka-aineiden käytön (RMR) tase vuonna 2015. Raaka-ainekulutus (RMC) kuvaa kotimaiseen loppukäyttöön jäävää osaa raaka-aineiden käytöstä kansantaloudessa.

3.2 Julkisten hankintojen arvo, kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö

Nissinen Ari¹, Savolainen Hannu¹, Mäenpää Ilmo² ja Alhola Katriina¹

¹Suomen ympäristökeskus

²Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkimusprofessori, eläkkeellä

3.2.1 Julkisten hankintojen ja julkisyhteisöjen tekemien investointien määrät

Julkisia hankintoja koskevan aineiston mukaan rahamääräisesti eniten hankintoja tekevät kunnat, joiden hankintojen suuruus vuonna 2015 oli noin 10 miljardia euroa (Taulukko 1 luvussa 3.2.2). Kuntayhtymien hankintojen arvo oli lähes 5 miljardia euroa, ja valtionhallinnon hankintojen suuruus oli myös vajaa 5 miljardia euroa. Bruttoinvestointien eli mm. rakentaminen ja koneiden hankinnat olivat

valtionhallinnossa arvoltaan 3,6 miljardia euroa ja paikallishallinnossa (kunnat ja kuntayhtymät) 4,7 miljardia euroa. Valtionhallinnon hankintojen ja investointien kokonaismäärä oli siis 8,5 miljardia euroa. Kuntien ja kuntayhtymien hankintojen ja investointien kokonaismäärä oli 19,8 miljardia euroa. Tutkimuksessa käytetyn aineiston mukainen julkisten hankintojen määrä oli siis 20,0 miljardia euroa, ja bruttoinvestointien määrä oli 8,3 miljardia euroa. Hankintojen ja investointien yhteismäärä oli 28,3 miljardia euroa. Hankintamäärien luotettavuutta tarkastellaan seuraavaksi sekä kattavuuden että päällekkäisyyden näkökulmista.

Aineiston kattavuus

Valtion julkisten hankintojen aineistoa verrattiin ensin kansantalouden tilinpidon valtionhallinnon välituotekäyttöön. Aineiston hankintoja koskevat luvut poikkeavat julkisyhteisöjen välituotekäytöstä. Välituotekäyttö oli valtionhallinnossa 6,17 miljardia euroa. Välituotekäyttö oli siis valtionhallinnossa 27 % suurempaa kuin tutkimuksen aineistossa. Valtionhallinnon välituotekäyttö julkiseen hallintoon, koulutukseen ja terveys- ja sosiaalipalveluihin oli 4,96 miljardia euroa, joka on varsin lähellä hankinta-aineiston 4,83 miljardia euroa, eron ollessa 2,3 %. Valtionhallinnon välituotekäyttöä on muiden muassa teknisissä palveluissa, tieteellisessä tutkimuksessa ja kehittämisessä, kiinteistön- ja maisemanhoidossa, ravitsemistoiminnassa, audiovisuaalisessa toiminnassa sekä muussa kiinteistötoiminnassa. Näillä toimialoilla toimivia muita valtionhallinnon yksiköitä ovat esimerkiksi budjettitalouden ulkopuoliset rahastot, yliopistot ja valtionhallinnon yksiköiden valvomat osakeyhtiöt, jotka ovat markkinattomia tuottajia (Tilastokeskus 2012). Näiden yksiköiden hankintamenot eivät sisälly NETRA-järjestelmästä kerättyyn aineistoon. Valtion hankintoja tarkasteltaessa on myös perusteltua, että niitä tarkastellaan erillään varsinaisesta valtionhallinnosta, koska niiden ohjaus kestäviin ja vähähiilisiin hankintoihin ei ole yhtä suoraviivaista kuin varsinaisen valtionhallinnon. Toisaalta osa budjettitalouden ulkopuolisista hankinnoista on säädeltyä julkisten hankintojen lainsäädännöllä, ja siten niiden hankintoja voi olla syytä selvittää jatkotutkimuksissa.

Valovirta ym. (2017, s. 55–56) ovat arvioineet valtionhallinnon hankintojen määriä Tilastokeskuksen tietojen pohjalta. Vuonna 2014 valtionhallinnon tavara- ja palveluhankinnat omaan käyttöön (välituotekäyttö) olivat 5,977 miljardia euroa ja ostettu palvelutuotanto oli 0,341 miljardia euroa (5 % hankintojen kokonaissummasta, pl. investoinnit). Tämän tutkimuksen aineistosta puuttuu mainittu ostettu palvelutuotanto. Puutetta voidaan kuitenkin pitää varsin pienenä, jos oletetaan, että vuonna 2015 ostettu palvelutuotanto on ollut samaa suuruusluokkaa kuin vuonna 2014.

Kuntien ja kuntayhtymien eli paikallishallinnon välituotekäyttö kansantalouden tilinpidossa vuodelle 2015 on 15,75 miljardia euroa. Aineiston ero on siis noin 4 %, mitä voidaan pitää varsin pienenä. Kuntien ja kuntayhtymien hankinta-aineistosta puuttuu Valovirran ym. (2017) esittämä ostettu palvelutuotanto. Käytännössä kyseessä on hankintaerä asiakaspalvelujen ostot muilta palvelujen tuottajilta kuin kunnilta, kuntayhtymiltä tai valtiolta. Yleisesti ottaen asiakaspalvelut ovat kuntalaisille tarkoitettuja lopputuotepalveluja, joita kunta tai kuntayhtymä ostaa muilta palvelujen tuottajilta (Tilastokeskus 2017f). Valovirran ym. (2017) käyttämä ostettu palvelutuotanto oli vuonna 2014 2,99 miljardia euroa. Kuntien ja kuntayhtymien asiakaspalvelujen ostot muilta oli samana vuonna 2,82 miljardia euroa (ero 6 %). Kaiken kaikkiaan ostettu palvelutuotanto muodostaa mainitussa raportissa noin 15 % paikallishallintojen hankinnoista (pl. bruttoinvestoinnit). Jos oletetaan, että vuonna 2015 ostetun palvelutuotannon määrä oli suhteessa kaikkiin paikallishallinnon hankintoihin sama kuin vuonna 2014, aineistosta puuttuu näin ollen noin 3,21 miljardia euroa hankintoja eli noin 18 % hankintamenoista.

Valovirran ym. (2017) esittämistä tilastoista laskettuna valtionhallinnon ja paikallishallinnon yhteenlasketut tavara- ja palveluhankinnat omaan käyttöön olivat vuonna 2014 22,47 miljardia euroa, ostettu palvelutuotanto oli 3,33 miljardia euroa, ja investointien määrä oli 8,57 miljardia euroa. Yhteismäärä oli 34,36 miljardia euroa. Tässä tutkimuksessa käytetyn aineiston yhteismäärä 28,25 miljardia euroa, joka on samaa suuruusluokkaa. Edellä mainittujen erojen vuoksi aineiston hankintamäärät ovat hieman alhaisempi, mutta kuitenkin lähellä niitä lukuja, joita julkisista hankinnoista on viime vuosina

esitetty (ks. esim. Lith 2014). On syytä huomata, että peräkkäisten vuosien vertaileminen käyvin hinnoin aiheuttaa harhaa inflaation vuoksi. Lisäksi tarkasteluvuodet saattavat poiketa toisistaan yleisen taloustilanteen tai julkisia hankintoja koskevien yksittäisten päätösten vuoksi.

Kattavuuden osalta kuntien ja kuntayhtymien omistamien yhtiöiden hankinnat ovat ongelmallinen erä. Näitä hankintoja ei raportoida kuntien ja kuntayhtymien käyttötalouden kululajierittelyjen yhteydessä, vaikka yritykset saattavatkin olla osa kuntakonsernia. Tällaisten yhtiöiden välituotekäyttö tilastoidaan toimialan mukaisesti yritysten sektoriluokkaan (Tilastokeskus 2012). Julkisyhteisöjen valvomien julkisten yritysten tietojen erottelu muiden yksityisten yritysten tiedoista ei ollut helposti toteutettavissa.

Mahdolliset päällekkäisyydet

Hankintojen hiilijalanjäljen arviointi perustuu euromääräisiin hankintamenoihin. Tästä syystä on tärkeää arvioida, missä määrin käytetyssä aineistossa on valtion, kuntien ja kuntayhtymien sisäisiä ja ristikkäisiä hankintoja. Mahdolliset euromääräiset päällekkäisyydet (palveluiden hankinta yhtäällä ja näiden toteuttamiseen tarvittavat tavarahankinnat toisaalla) aiheuttavat päällekkäisyyttä päästöjen laskennassa ja näin ollen julkisten hankintojen hiilijalanjäljen ja raaka-ainekäytön yliarviointia.

Valtion kirjanpidossa on eroteltu palvelujen ostot valtion virastoilta ja laitoksilta sekä muilta tahoilta. Näin ollen päällekkäistä laskentaa ei valtion hallinnonalojen tarkastelussa aiheudu. Kuitenkaan ei voida varmasti poissulkea sitä mahdollisuutta, että osa valtion hankinnoista kohdistuu kuntiin ja/tai kuntayhtymiin. Käytetyn aineiston yksityiskohtaisuus ei kuitenkaan riitä asian varmistamiseen.

Kuntien ja kuntayhtymien kohdalla päällekkäiset hankinnat ovat selkeästi isompi ongelma. Ensiksi, kuntien ja kuntayhtymien käyttötalouden kululajitilastoinnista ei ole puhdistettu (ainakaan kokonaisuudessaan) liikelaitosten välituoteostoja ja kunnan tai kuntayhtymän maksamia palvelumaksuja tai vuokria liikelaitoksille. Tällaiset sisäiset ostot ja myynnit merkitään käyttötaloustietoihin, mikäli ostomeno ja myyntituotto ovat eri tehtäväluokilla (Tilastokeskus 2017f). Tämä on tilanne muun muassa tukipalveluita tarjoavilla liikelaitoksilla. Käyttötaloustilaston perusteella kuntien osalta tällaiset sisäiset päällekkäisyydet saattavat olla jopa 22 % kaikista hankintamenoista (pl. bruttoinvestoinnit). Vastaavasti kuntayhtymillä sisäiset päällekkäisyydet ovat 17 %:n luokkaa.

Toiseksi, hankintamenojen päällekkäisyyttä aiheuttavat kuntien palveluhankinnat toisilta kunnilta ja kuntayhtymiltä sekä kuntayhtymien palveluhankinnat toisilta kuntayhtymiltä ja kunnilta. Käyttötaloustilaston analyysin pohjalta voidaan arvioida, että käytetyssä aineistossa kuntien palvelujen ostoista 6 % kohdistuu kuntien ja 16 % kuntayhtymien myymiin palveluihin aiheuttaen päällekkäisyyttä. Vastaavasti kuntayhtymien palvelujen ostoista kuntien suuntaan allokoituu 10 % ja kuntayhtymien suuntaan 3 %.

Kaiken kaikkiaan päällekkäisyyksien osuus kuntien hankinnoissa (pl. bruttoinvestoinnit) voi olla jopa noin 3,72 miljardia euroa eli noin 37 %:ia. Kuntayhtymissä päällekkäisyydet voivat olla 1,19 miljardia euroa eli noin 24 %:ia hankinnoista.

Yhteenvetoa

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto kuvaa varsin kattavasti julkisia hankintoja investoinnit mukaan lukien. Verrattuna Valovirran ym. (2017) raporttiin nyt käytetystä aineistosta puuttuu valtion ja kuntien sekä kuntayhtymien ostettu palvelutuotanto. Lisäksi aineistosta puuttuu muiden valtionhallinnon yksiköiden hankintatiedot. Tutkimuksessa käytetty aineisto kuitenkin sisältää selkeimmin ohjattavissa olevan osan hankinnoista. Etenkin kuntien ja kuntayhtymien hankintamenoissa on tilastointimenetelmään liittyviä ongelmia, joiden ratkaiseminen edellyttää käyttötaloustilastoinnin kehittämistä Tilastokeskuksessa.

Ostetun palvelutuotannon hiilijalanjäljen ja raaka-ainekäytön laskeminen olisi vaikeaa, mikäli nämä hankintamenot olisivat mukana käytetyssä aineistossa. Tilastoituja palvelumenoja ei ole tarkemmin eritelty, jolloin jouduttaisiin turvautumaan huomattaviin karkeistuksiin päästökerrointa arvioitaessa. Tämä aiheuttaisi epävarmuutta tuloksissa.

Päällekkäisyyksien euromääräinen suuruusluokka on pystytty arvioimaan, mutta päällekkäisen hiilijalanjäljen ja raaka-ainekäytön arvioiminen on käytettävissä olevien tietojen perusteella vaikeaa. Kuitenkin tiedetään, että päällekkäisyys kohdistuu erilaisten palveluiden ostamiseen. Palveluiden päästökertoimet ovat tarvikkehankintojen kertoimia alhaisemmat (pl. rakentamispalveluiden RMR-kertoimet). Voidaan siis olettaa, että hiilijalanjälki ja raaka-aineiden käyttö eivät pieneneisi samassa suhteessa hankintamenojen kanssa, vaan vähennys jäisi edellä mainittuja prosenttitasoja alhaisemmiksi.

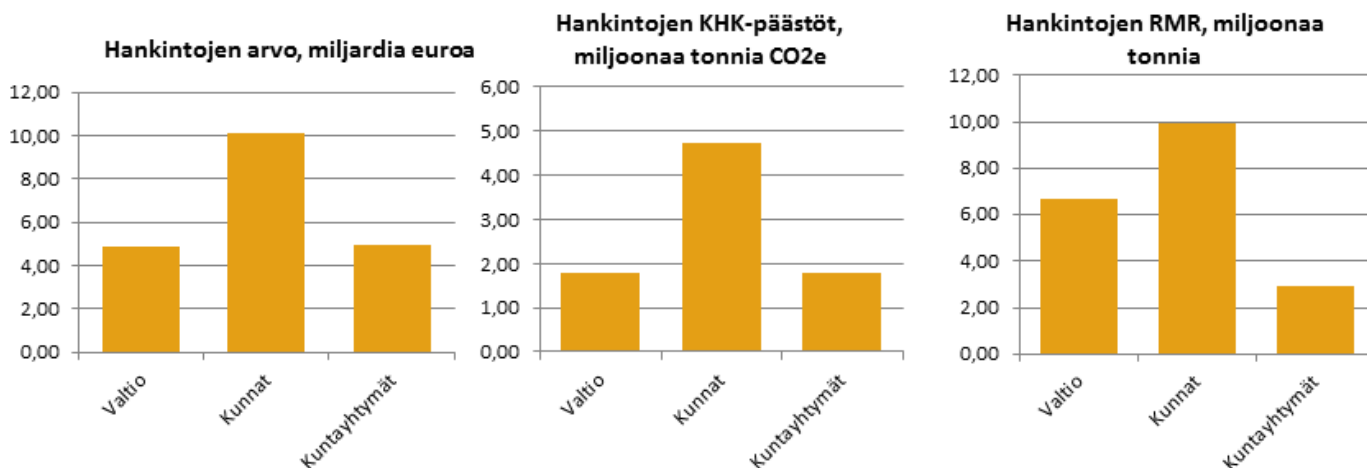
3.2.2 Julkisten hankintojen kasviuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö

Yleiskuva julkisten hankintojen hiilijalanjäljestä

Tässä luvussa esitetään arviot julkisten hankintojen hiilijalanjäljestä, eli elinkaarisista kasviuonekaasupäästöistä. Niiden yhteydessä on syytä pitää mielessä edellisessä luvussa esitetty epävarmuus hankintojen määrissä, ja luvussa 2 esitetty epävarmuus tuoteryhmäkohtaisissa päästökertoimissa. Lisäksi hiilijalanjälki ei ole oikea sana kaikkien tuoteryhmien yhteydessä (katso sanasto), mutta sitä voi pitää sopivana varsinkin organisaatiokohtaiseen tarkasteluun, jossa mm. polttoaineiden käyttövaiheen päästöt ja jätehuollon päästöt ovat mukana.

Tuloksia voidaan epävarmuuksista huolimatta pitää parhaana saatavilla olevana arviona julkisten hankintojen hiilijalanjäljestä.

Julkisten hankintojen hiilijalanjälki vuonna 2015 yhteensä 8,3 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (taulukko 1, kuva 5). Päästöistä 1,78 Mt aiheutui valtion hankinnoista, ja 4,73 Mt kuntien ja 1,79 Mt kuntayhtymien hankinnoista. Ottaen huomioon, että kuntien ja kuntayhtymien hankintamäärissä saattaa olla jonkun verran päällekkäisyyttä (katso edellinen luku), voidaan sanoa että hiilijalanjälki oli korkeintaan 8,3 Mt, ja valtion osuus hiilijalanjäljestä oli vähintään 21,5 prosenttia, ja kuntien ja kuntayhtymien yhteenlaskettu osuus oli korkeintaan 78,5 prosenttia. Tekstissä alempana ei kuitenkaan esitetä tätä epävarmuutta, vaan luvut esitetään sellaisenaan.



Kuva 5. Julkisten hankintojen arvo, kasviuonekaasupäästöt (KHK) ja raaka-aineiden käyttö (RMR) vuonna 2015.

Kuntien päästöistä 3,33 Mt aiheutui kaupunkimaisten kuntien hankinnoista, 0,69 Mt taajaan asutuista kunnista, ja 0,71 Mt maaseutumaisista kunnista. Kuntayhtymien päästöt muodostuivat seuraavasti: sairaanhoitopiirit 1,03 Mt, muut terveydenhuollon kuntayhtymät 0,12 Mt, sosiaalihuollon kuntayhtymät 0,03 Mt, koulutuskuntayhtymät 0,26 Mt, ja muut kuntayhtymät (mm. jäte, vesi, sähkö, liikenne, yhdyskuntasuunnittelu ja hallinto) 0,34 Mt.

Taulukko 1. Julkisten hankintojen määrä, kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö vuonna 2015

	Rahamäärä	Kasvihuone- kaasupäästöt	Raaka-aine- käyttö
	miljoonaa eu- roa	miljoonaa kg CO ₂ e	miljoonaa kg
Valtio	4850	1780	6690
Kunnat	10160	4730	9910
Kuntayhtymät	4930	1790	2930
Yhteensä	19950	8300	19530

Taulukko 2. Julkisten hankintojen päästö- ja raaka-aineintensiteetit ja vaikutukset henkilöä kohti vuonna 2015

	Khk-päästö- intensiteetti	Khk-päästöt henkilöä kohti	Raaka-aine-käy- tön intensiteetti	Raaka-aine- käyttö henkilöä kohti
	kg CO ₂ e / €	kg CO ₂ e / hlö	kg / €	kg / hlö
Valtio	0,37	330	1,38	1220
Kunnat	0,47	860	0,98	1810
Kuntayhtymät	0,36	330	0,60	540
Yhteensä	0,42	1520	0,98	3570

Henkilöä kohti laskettuna valtion hankinnat aiheuttivat 320 kg päästön, ja kunnat ja kuntayhtymät aiheuttivat 1190 kg päästön (taulukko 2). Yhteensä julkisten hankintojen päästö oli 1520 kg henkilöä kohti. Päästöintensiteetti (eli käytettyyn rahamäärään suhteutettu päästö määrä) oli suurin kunnilla, eli 0,47 kg CO₂e/€. Valtiolla ja kuntayhtymillä se oli selvästi pienempi, eli 0,36-0,37, ja keskiarvo julkisissa hankinnoissa oli 0,42 kg CO₂e /€.

Yleiskuva julkisten organisaatioiden investointien hiilijalanjäljestä

Julkisten organisaatioiden tekemien investointien hiilijalanjälki oli vuonna 2015 yhteensä noin 2,7 Mt (taulukko 3), josta 1,01 Mt aiheutui valtion ja 1,67 Mt kuntien ja kuntayhtymien hankinnoista (paikallishallinnon luvut olivat saatavissa vain kokonaisuutena). Valtion osuus päästöistä oli 38 prosenttia ja kuntien ja kuntayhtymien osuus oli 62 prosenttia.

Henkilöä kohti laskettuna valtion organisaatioiden investoinnit aiheuttivat 184 kg päästön, ja kuntien ja kuntayhtymien investoinnit aiheuttivat 306 kg päästön (taulukko 4). Yhteensä päästö oli 490 kg henkilöä kohti. Päästöintensiteetti oli suurempi paikallishallinnossa (0,36) kuin valtiolla (0,28), keskiarvon ollessa 0,32 kg CO₂e /€.

Yhteensä julkisten hankintojen ja julkisten organisaatioiden tekemien investointien hiilijalanjälki oli 11,0 Mt, ja tästä 75 % aiheutui hankinnoista ja 25 % investoinneista. Päästöintensiteetti oli suurempi hankinnoissa (0,42 kg CO₂e /€) kuin investoinneissa (0,32 kg CO₂e /€.)

Taulukko 3. Julkisten organisaatioiden tekemien investointien määrä, kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö vuonna 2015

	Rahamäärä	Kasvihuone- kaasupäästöt	Raaka-aine- käyttö
	miljoonaa eu- roa	miljoonaa kg CO ₂ e	miljoonaa kg
Valtio	3640	1010	9640
Kunnat ja kuntayhtymät	4660	1670	16090
Yhteensä	8300	2680	25730

Taulukko 4. Julkisten organisaatioiden tekemien investointien päästö- ja raaka-aine-intensiteetit ja vaikutukset henkilöä kohti vuonna 2015

	Khk-päästö-intensiteetti	Khk-päästöt henkilöä kohti	Raaka-aine-käytön intensiteetti	Raaka-ainekäyttö henkilöä kohti
	kg CO ₂ e / €	kg CO ₂ e / hlö	kg / €	kg / hlö
Valtio	0,28	184	2,65	1760
Kunnat ja kuntayhtymät	0,36	306	3,45	2940
Yhteensä	0,32	490	3,10	4700

Julkisten hankintojen ja investointien raaka-ainekäyttö

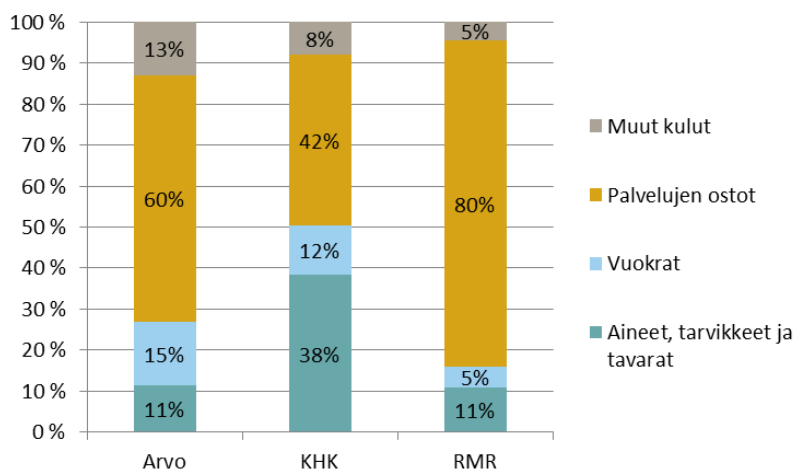
Julkisten hankintojen aiheuttama raaka-ainekäyttö vuonna 2015 oli 19,5 Mt (taulukko 1). Valtion osuus raaka-ainekäytöstä oli 34 %, ja kuntien ja kuntayhtymien yhteenlaskettu osuus oli 66 %. Julkisten organisaatioiden tekemien investointien raaka-ainekäyttö oli 25,7 Mt. Yhteensä julkisten hankintojen ja julkisten organisaatioiden tekemien investointien raaka-ainekäyttö oli 45 Mt.

Henkilöä kohti laskettuna valtion hankintojen ja investointien yhteenlaskettu raaka-ainekäyttö vuonna 2015 oli 2980 kg. Kunnille ja kuntayhtymille yhteenlaskettu arvo oli 5290 kg. Yhteensä julkisten organisaatioiden hankintojen ja investointien raaka-aineiden käyttö oli 8270 kg henkilöä kohti. Raaka-ainekäytön intensiteetti (kg/€) oli hankinnoissa suurempi valtiolla (1,38) kuin kunnilla (0,98) ja kuntayhtymillä (0,60), keskiarvon ollessa 0,98. Valtion palveluhankintojen suuri RMR (kuva 6) johtuu maa- ja vesirakenteiden korjaus- ja kunnossapitopalveluiden korkeasta raaka-aineintensitiivisyydestä. Investoinneissa tilanne oli päinvastainen kuin hankinnoissa, eli intensiteetti oli suurempi kunnissa ja kuntayhtymissä (3,45) kuin valtiolla (2,65), keskiarvon ollessa 3,10.

Investointien raaka-ainekäytön intensiteetti oli siis noin kolminkertainen hankintoihin nähden, mikä johtuu rakentamisen suuresta osuudesta investoinneissa. Valtion kuntia pienempi intensiteetti selittyy aineettomien investointien suurehkosta osuudesta valtion investoinneissa.

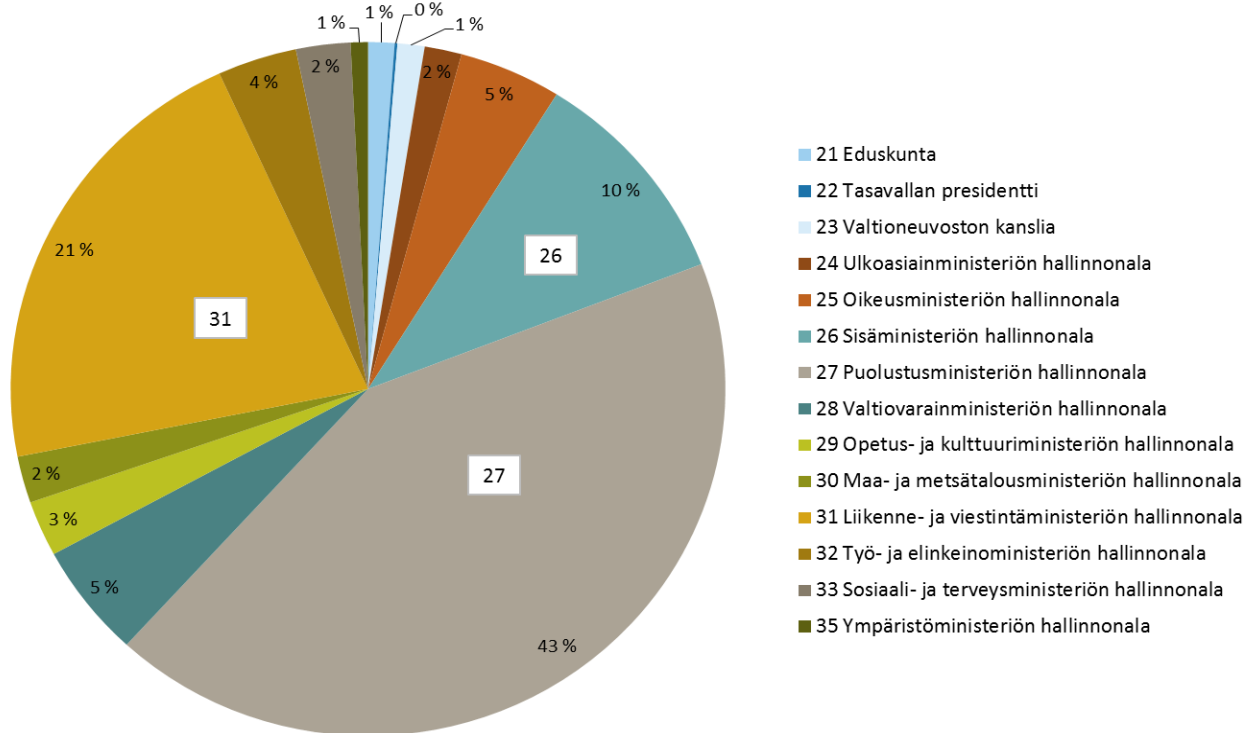
Valtion hankintojen hiilijalanjälki hankintamenoryhmittäin ja hallinnonaloittain

Hankintamenoryhmittäin (eli tiliryhmittäin) tarkasteltaessa eniten eli 42 % valtion hankintojen kasvi-huonekaasupäästöistä aiheutui palvelujen ostoista, kun taas aineista, tarvikkeista ja tavaroista aiheutui 38 % (kuva 6). Vuokrasta aiheutui 12 % ja muista kuluista 8 % valtion hankintojen päästöistä. Aineilla, tarvikkeilla ja tavaroilla kasvihuonekaasupäästöjen osuus oli kuitenkin paljon suurempi eli yli kolminkertainen euromääräiseen osuuteen verrattuna, kun taas palvelujen ostossa päästöjen osuus oli 18 prosenttiyksikköä pienempi kuin euromääräinen osuus.



Kuva 6. Hankintamenoryhmien osuudet valtion hankintojen arvosta, kasvihuonekaasupäästöistä ja raaka-aineiden käytöstä vuonna 2015.

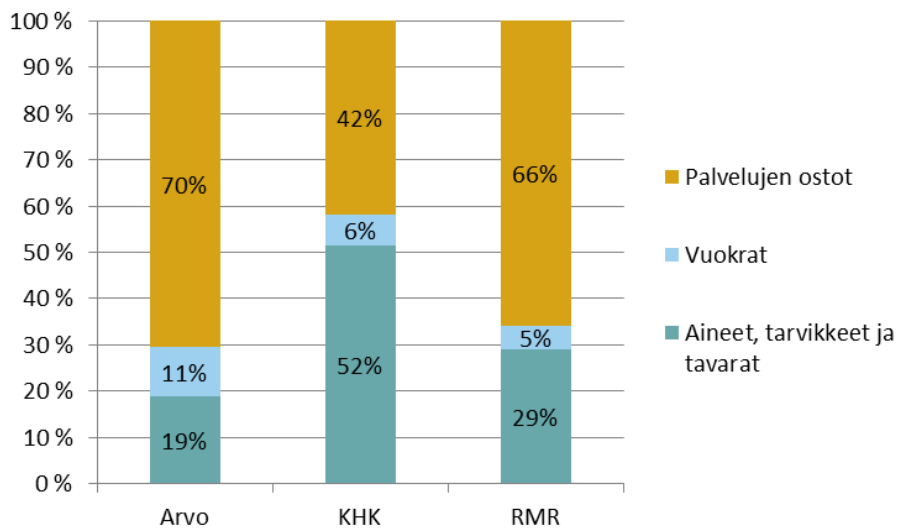
Hallinnonaloista eniten kasvihuonekaasupäästöjä (eli 43 %) aiheuttaa puolustusministeriön hallinnonala, ja seuraavaksi suurimmat ovat liikenne- ja viestintäministeriön (21 %) ja sisäministeriön (10 %) hallinnonalat (kuva 7). Aineet, tarvikkeet ja tavarat aiheuttivat hallinnonalojen päästöistä seuraavat osuudet: puolustusministeriö 55 %, sisäministeriö 40 %, ja liikenne- ja viestintäministeriö 16 %. Palvelujen osuus päästöistä oli 81 % liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla, 38 % sisäministeriön ja 26 % puolustusministeriön hallinnonaloilla.



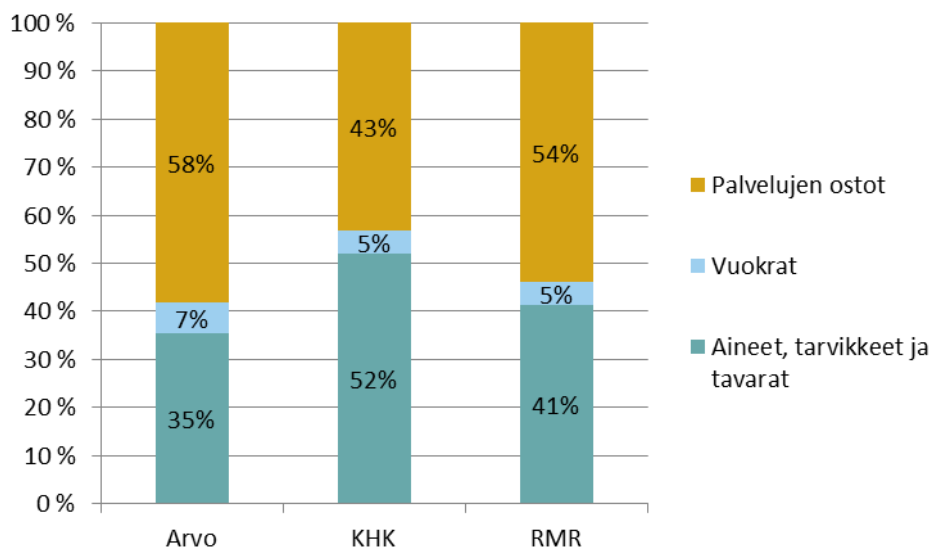
Kuva 7. Valtion hankintojen kasvihuonekaasupäästöt hallinnonaloittain vuonna 2015. Yhteensä päästöt olivat 1,78 Mt CO₂e.

Kuntien ja kuntayhtymien hankintojen hiilijalanjälki hankintamenoryhmittäin

Hankintamenoryhmittäin tarkasteltaessa 42 % kuntien hankintojen kasvihuonekaasupäästöistä aiheutui palvelujen ostoista, kun taas aineista, tarvikkeista ja tavaroista aiheutui vähän enemmän eli 52 % (kuva 8A). Aineilla, tarvikkeilla ja tavaroilla kasvihuonekaasupäästöjen osuus oli 2,5-kertainen euromääräiseen osuuteen verrattuna, kun taas palvelujen ostossa päästöjen osuus oli paljon pienempi kuin euromääräinen osuus.



8 A) Kunnat



8 B) Kuntayhtymät

Kuva 8. Hankintamenoryhmien osuudet hankintojen arvosta, kasvihuonekaasupäästöistä ja raaka-aineiden käytöstä vuonna 2015. A) Kunnat, ja B) Kuntayhtymät.

Kuntayhtymien hankintojen kasvihuonekaasupäästöistä 43 % aiheutuu palvelujen ostoista, ja aineista, tarvikkeista ja tavaroista aiheutuu 52 % (Kuva 8B). Kuntiin verrattaessa kasvihuonekaasupäästöjen kuva on samanlainen, mutta hankintojen arvosta kuntayhtymissä muodostuu paljon suurempi osuus aineista, tarvikkeista ja tavaroista, palvelujen osuuden ollessa paljon kuntia pienempi.

Valtion hankintojen hiilijalanjälki hankintamenolajeittain

Hankintamenolajeja (eli LKP-tilejä) oli valtiolla 67 kappaletta. Näistä kymmenen hankintamenolajia aiheutti kukin yli 50 miljoonan kilogramman (Mkg) kasvihuonekaasupäästön. Suurimmat päästöt valtiolla syntyivät luokasta Lämmitys, sähkö ja vesi 236 Mkg (eli 0,236 Mt). Tälle luokalle hallinnonaloista merkittävimpiä olivat puolustusministeriö (121 Mkg) ja liikenne ja viestintäministeriö (47 Mkg). Luokasta Maa- ja vesirakenteiden korjaus- ja kunnossapitopalvelut syntyi lähes yhtä suuri päästö eli 231 Mkg, ja siinä hallinnonaloista dominoi liikenne- ja viestintäministeriö hankintojen päästöllä 228 Mkg. Luokan Poltto- ja voiteluaineet päästö oli 207 Mkg, ja suurimmat päästöt syntyivät hallinnonaloilta puolustusministeriö (146 Mkg) ja sisäministeriö (36 Mkg). Luokka Muiden rakennusten vuokrat aiheutti sekin suuren päästön 189 Mkg, ja hallinnonaloista esiin nousivat puolustusministeriö (42 Mkg), oikeusministeriö (29 Mkg) ja sisäministeriö (29 Mkg). Luokka Muut ulkopuoliset palvelut aiheutti 151 Mkg päästön, ja hallinnonaloista liikenne- ja viestintäministeriö aiheutti 54 Mkg, sisäministeriö 44 Mkg, ja puolustusministeriö 31 Mkg. Toinen 'kaatoluokka' Muut aineet, tarvikkeet ja tavarat aiheutti päästön

136 Mkg, josta puolustusministeriön hallinnonala aiheutti 97 Mkg, ja sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonala 14 Mkg. Luokka Asiantuntija- ja tutkimuspalvelut aiheutti päästön 125 Mkg, ja tämä päästö jakautui tasaisemmin hallinnonaloille kuin useimmissa muissa hankintamenolajeissa, suurimpien päästöjen syntyessä valtiovarainministeriön hallinnonalalla (27 Mkg) ja puolustusministeriön hallinnonalalla (26 Mkg). Luokka Maanpuolustuskalusto aiheutti päästön 74 Mkg, ja se syntyi kokonaan puolustusministeriön alalla. Luokan Muiden koneiden ja laitteiden korjaus- ja kunnossapitopalvelut aiheuttama päästö oli 58 Mkg, ja siitä 53 Mkg aiheutti puolustusministeriön hallinnonala.

Kuntien ja kuntayhtymien hankintojen hiilijalanjälki hankintamenolajeittain

Hankintamenolajeja oli kunnissa 34 kappaletta. Näistä kaksitoista hankintamenolajia aiheutti kukin yli 100 miljoonan kilogramman (Mkg) kasvihuonekaasupäästön. Suurimmat päästöt kunnissa syntyivät luokista Lämmitys (799 Mkg) ja Sähkö ja kaasu (745 Mkg). Seuraaviksi suurimpia olivat luokat Rakennusten ja alueiden rakentamis- ja kunnossapitopalvelut (427 Mkg), Matkustus- ja kuljetuspalvelut (374 Mkg), Elintarvikkeet (334 Mkg), Puhtaanapito- ja pesulapalvelut (285 Mkg), Rakennusten ja huoneistojen vuokrat (272 Mkg), Majoitus- ja ravitsemis- ja palvelut (244 Mkg), 'kaatoluokka' Muut palvelut (166 Mkg), Muut yhteistoimintaosuudet (151 Mkg), ja Poltto- ja voiteluaineet (144 Mkg). Luokan Toimisto- ja asiantuntijapalvelut päästö oli 125 Mkg.

Hankintamenolajeja oli myös kuntayhtymissä 34 kappaletta. Näistä kuusi hankintamenolajia aiheutti kukin yli 100 miljoonan kilogramman (Mkg) kasvihuonekaasupäästön. Suurimmat päästöt syntyivät luokista Matkustus- ja kuljetuspalvelut (292 Mkg), ja Lääkkeet ja hoitotarvikkeet (269 Mkg). Seuraavina olivat Lämmitys (180 Mkg), Sähkö ja kaasu (157 Mkg), Puhtaanapito- ja pesulapalvelut (114 Mkg), sekä 'kaatoluokka' Muut palvelut (105 Mkg).

3.3 Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen aikasarja ja rakenteellinen ositus sekä kulutuksen raaka-aineiden käyttö

Savolainen Hannu¹, Mäenpää Ilmo², Nissinen Ari¹ ja Salo Marja¹

¹Suomen ympäristökeskus

²Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkimusprofessori, eläkkeellä

Kotitalouksien kulutuksen osuus Suomen kulutusperäisistä kasvihuonekaasupäästöistä on noin kaksi kolmasosaa (ks. luku 3.1). Lisäksi kotitaloudet aiheuttavat noin neljänneksen Suomen luonnonvarojen käytöstä. Tästä syystä on tarpeen analysoida tarkemmin, mitkä kulutushyödykeryhmät aiheuttavat suurimmat päästöt ja raaka-aineiden käytön, millaisia muutoksia kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljessä on tapahtunut 2000-luvulla, sekä mitkä tekijät selittävät näitä muutoksia.

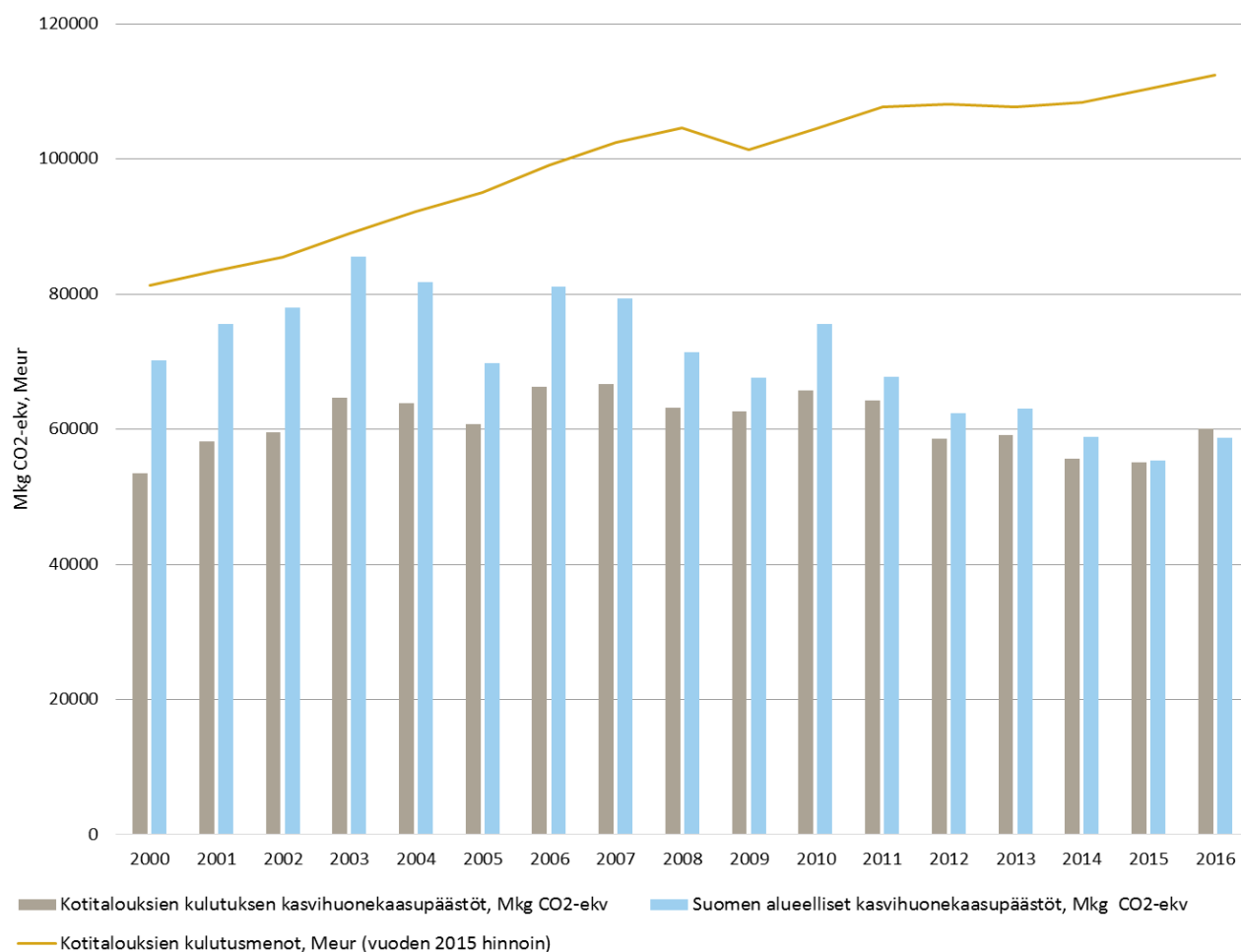
3.3.1 Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki vuosina 2000–2016

Vuosien 2000–2016 välisenä aikana kotitalouksien kulutusmenot kasvoivat 38 %, eli runsaasta 81 miljardista eurosta² yli 112 miljardiin euroon (kuva 8). Finanssikriisiä seurannut taantuma näkyy kulutusmenojen notkahduksena vuonna 2009 ja vuosituhannen alkua hitaampana kasvuna tämän jälkeen. Kotitalouksien hiilijalanjälki kasvoi tarkasteluvälillä 12 %, mutta vuosittainen vaihtelu oli suurta. Vuonna 2000 elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt olivat 53,4 Mt CO₂e, ja vuonna 2016 ne olivat 60,1 Mt

² Kaikki euromääräiset luvut on ilmaistu kiintein vuoden 2015 hinnoin.

CO₂e³. Tarkastelujakson suurimmat KHK-päästöt toteutuivat vuonna 2007 (66,6 Mt CO₂e). Vuodesta 2010 lähtien hiilijalanjälki pienentyi, kunnes kääntyi jälleen nousuun vuonna 2016.

Kuvassa 9 kotitalouksien hiilijalanjäljen rinnalla on esitetty Suomen alueelliset eli virallisten päästöttilastojen mukaiset kasvihuonekaasupäästöt. Ne saavuttivat tarkasteluvälin lakipisteen vuonna 2003. Tämän jälkeen aluepäästöjen trendi on ollut laskeva, vaikkakin yksittäisiä kasvuvuosia mahtuu joukkoon. Alueelliset kasvihuonekaasupäästöt laskivat 16 % välillä 2000–2016. Kotitalouksien hiilijalanjälki ei ole laskenut vastaavalla tavalla. Keskeisenä syynä on se, että osa kotitalouksien kulutuksen elinkaarisista kasvihuonekaasupäästöistä syntyy ulkomailla Suomeen tuotavien tuotteiden valmistusketjuissa.⁴



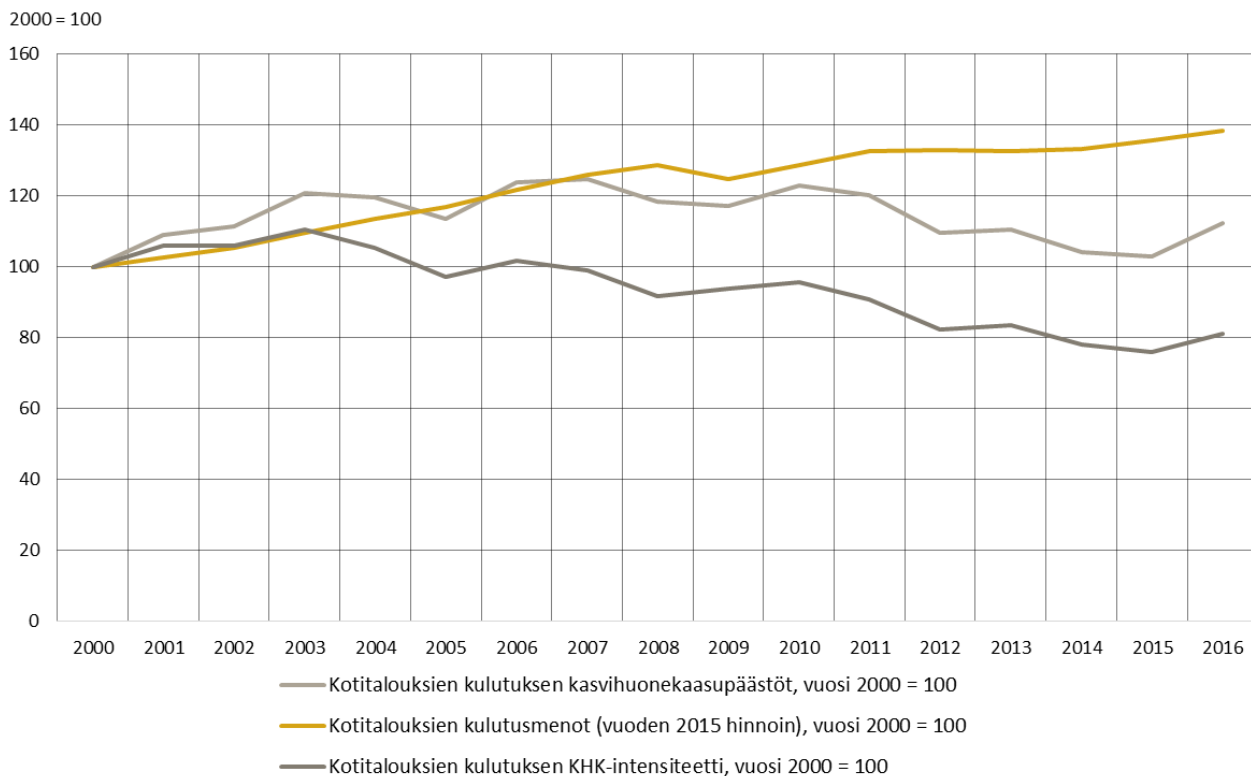
Kuva 9. Kotitalouksien kulutusmenot ja kasvihuonekaasupäästöt sekä Suomen alueelliset kasvihuonekaasupäästöt 2000–2016.

Kuvassa 10 esitetään kotitalouksien kulutusmenojen ja kasvihuonekaasupäästöjen sekä kasvihuonekaasuintensiteetin volyymi-indeksit vuodesta 2000 lähtien. Sekä kulutusmenot että hiilijalanjälki kasvoivat vuoteen 2000 verrattuna, mutta hiilijalanjälki kasvoi useana vuonna hitaammin kuin kulutusmenot tai jopa pienentyi edelliseen vuoteen verrattuna. Tällaista kehitystä voidaan kutsua suhteelliseksi irtikytkennäksi (UNEP 2011). Se merkitsee ympäristövaikutuksen hitaampaa tai nollakasvua verrattuna talouden

³ Vuonna 2015 KHK-päästöt olivat 55,1 miljoonaa tonnia, joka eroaa luvussa 3.1 mainitusta 48,6 Mt:sta. Keskeisinä syinä ovat käytetty menetelmä (tuotteiden muuntaminen kulutushyödykkeiksi) ja aineisto (kotitalouksien kulutusmenot kulutushyödykkeittäin) päästöjen aikasarjaa laskettaessa. Katso myös luku 2.4.

⁴ On syytä ottaa huomioon, että aikasarja-analyysi keskittyy pääasiassa muutoksiin kotimaan tuotannossa. Samanlaista aikasarjaa ei ole tuonnille. Tuonnin osuus eri hyödykeryhmissä vaihteli välillä 17 – 82 % (keskiarvo 47 %).

tai menojen kehitykseen. Kasvihuonekaasuintensiteetti lasketaan jakamalla kasvihuonekaasupäästöt kulutusmenoilla. Intensiteetin laskeva trendi vuodesta 2007 vuoteen 2015 kuvaa samaa ilmiötä. Suurin kotitalouksien kulutuksen kasvihuonekaasuintensiteetti oli vuonna 2003 (0,73 kg CO₂e/euro). Intensiteetti pieneni tarkastelujaksolla 19 prosenttia.



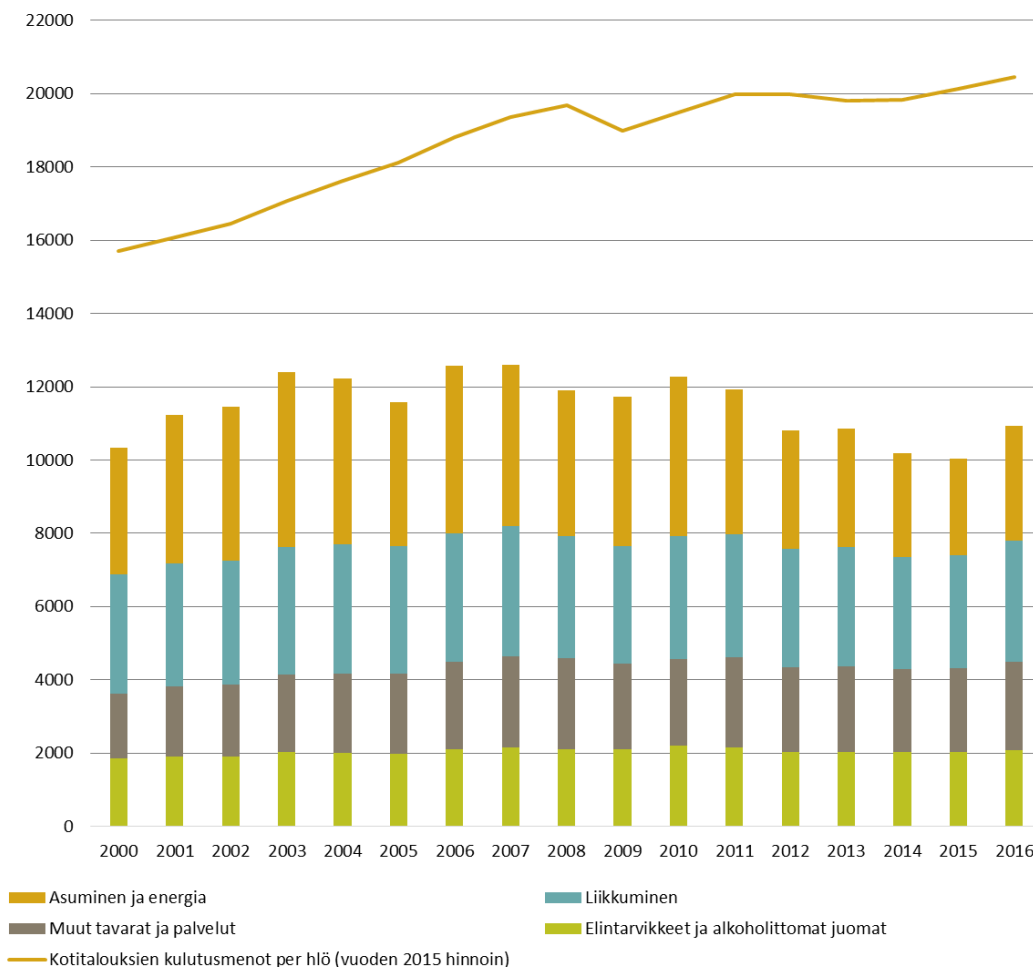
Kuva 10. Kotitalouksien kulutusmenot, kasvihuonekaasupäästöt ja kasvihuonekaasuintensiteetti (volyyymi-indeksi).

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälkeen vaikuttaa myös väestönkasvu, joka oli 2000–2016 välisenä aikana 6 %. Myös kulutuksen KHK-päästöt henkeä kohden kasvoivat 6 %. Suhteuttamalla kulutusmenoja ja kulutuksen hiilijalanjälkeä henkeä kohden voidaan väestönkasvun vaikutus poistaa. Samalla voidaan havainnollistaa suomalaisen⁵ keskimääräistä kulutuksen hiilijalanjälkeä.

Suomalaisen keskimääräinen hiilijalanjälki henkeä kohden vaihteli vuosina 2000–2016 10,1 tonnista 12,6 tonniin. Kulutuksen jakauma ja hiilijalanjälki pysyivät tarkastelujakson aikana pääpiirteissään samanlaisina. Asuminen, liikkuminen ja ruoka muodostavat hiilijalanjäljestä reilun kolme neljänestä (kuva 11). Nämä tulokset ovat linjassa lukuisien muiden analyysien kanssa (mm. Salo ym. 2016, Ivanova ym. 2016 ja Seppälä ym. 2011). Vuonna 2016 elintarvikkeet ja alkoholittomat juomat muodostivat 19 %, muut tavarat ja palvelut 22 %, liikkuminen 30 % ja asuminen ja siihen liittyvä energian käyttö 29 % hiilijalanjäljestä. Aikavälillä eniten kasvoi muiden tavaroiden ja palveluiden osuus päästöistä (+35 %) ja eniten pieneni asumisen ja sen energian osuus (-9%). Suurinta vaihtelu oli asumisessa. Sitä selittää asumisen energian käyttö, johon vaikuttavat sääolosuhteet, lämmitystarve ja vuosittainen polttoainejakauma. Vuoden 2015 väestöpainotettu lämmitystarveluku oli selvästi tarkastelujakson keskiarvoa alempi, kun taas vuoden 2016 lämmitystarveluku taas hyvin lähellä keskiarvoa. Tämä on yksi oleellinen selittävä tekijä hiilijalanjäljen kääntymisessä nousuun vuosien 2015–2016 välillä.

⁵ Väestöön lasketaan kaikki Suomessa asuvat henkilöt eivätkä he kaikki ole Suomen kansalaisia. Käytämme kuitenkin helppolukuisuuden vuoksi sanaa suomalainen emmekä Suomessa asuvat henkilöt.

kg CO₂-ekv per hlö,
€ per hlö vuoden 2015
hinnoin



Kuva 11. Suomalaisen keskimääräiset kulutusmenot ja hiilijalanjälki 2000–2016.

Kulutushyödykkeet voidaan ryhmitellä myös muulla perusteella kuin COICOP-jaottelua noudattaen. Temaattisessa ryhmittelyssä voidaan esimerkiksi ruokaan sisällyttää ravintola- ja ateriapalvelut ja liikkuamiseen valmismatkat. Näin toimitaan muun muassa Ruotsissa (Björk ym. 2018). Tämän tutkimuksen aineistossa edellä kuvatut palveluita sisältävät kulutushyödykkeet on sijoitettu ryhmään *muut tavarat ja palvelut*. Vaihtoehtoisella jaottelulla (”Ruotsin malli”) *ruoan* ja *liikkumisen* osuus hiilijalanjäljestä hie- man kasvaa ja vastaavasti *muiden tavaroiden ja palvelujen* osuus pienenee (Taulukko 5).

Taulukko 5. Suomalaisten keskimääräisen hiilijalanjäljen jakautuminen vuonna 2016 kahta eri ryhmittelyä nou- dattaen.

Kulutushyödykeryhmät	ENVIMAT-malli		Ruotsin malli		Ero		
	Khk-päästöt henkeä kohti	Osuus	Khk-päästöt henkeä kohti	Osuus	Khk-päästöt henkeä kohti	Muutos	Osuuksissa
	kg CO ₂ e	%	kg CO ₂ e	%	kg CO ₂ e	%	%-yks.
Ruoka	2 080	19 %	2 435	22 %	354	17 %	3 %
Asuminen ja energia	3 132	29 %	3 132	29 %	0	0 %	0 %
Liikkuminen	3 313	30 %	3 415	31 %	102	3 %	1 %
Muut tavarat ja palvelut	2 409	22 %	1 953	18 %	-456	-19 %	-4 %

Suomalaisten keskimääräisen kulutuksen ja hiilijalanjäljen yksityiskohtaisempi tarkastelu paljastaa kulutuksen euromäärän ja siitä aiheutuvan hiilijalanjäljen yhteyden (taulukko 6). Vuosien 2010 ja 2016 välillä elintarvikkeisiin kohdistuva kulutus lisääntyi lähes 20 %, ja samaan aikaan *kasvisperäisten elintarvikkeiden* aiheuttamat päästöt kasvoivat 10 % ja *eläinperäisten elintarvikkeiden* 15 %. Kuudentoista kulutushyödykeryhmän joukossa eläinperäiset elintarvikkeet olivat kolmanneksi suurin khk-päästöjen aiheuttaja, vaikka kulutusmenoista niihin kohdistui vain 5 %. *Asuminen ja energia* oli merkittävin hyödykeryhmä sekä kulutusmenojen (28 %) että päästöjen (24 %) näkökulmasta.⁶ Vaikka siihen kohdistuvat menot kasvoivat 18 %, päästöt pienentyivät 14 %. Samaan pääluokkaan kuuluva *kodin kalusteet, koneet ja tarvikkeet* oli merkitykseltään vähäinen.

Liikkumisessa *yksityisajoneuvojen käyttö* tuotti 26 % khk-päästöistä, mutta kulutusmenoista siihen kohdistui vain 7 %. Keskeisenä tekijänä ryhmän sisällä oli poltto- ja voiteluaineiden käyttö. Menojen kasvu oli 26 %, mutta päästöt kasvoivat vain yhden prosentin. Tätä myönteistä kehitystä selitti etenkin liikennepolttoaineiden bio-osuuden lisääntyminen. *Ajoneuvojen hankinnan* osalta kulutuksen ja päästöjen muutos oli huomattava (kasvua yli 30 %), mutta alhainen osuus molemmista piti kulutushyödykeryhmän merkityksen pienenä.

Muiden tavaroiden ja palveluiden pääluokka koostuu lukuisista kulutushyödykeryhmistä. Hiilijalanjäljen osalta *kulttuuri ja vapaa-aika* oli merkittävin ryhmä 7 % osuudella. *Vaatteet ja jalkineet, tietoliikenne* ja *matkailumenot ulkomailla* kasvoivat sekä kulutusmenojen että päästöjen osalta, mutta osuudet vuonna 2016 olivat 1–2 prosentin luokkaa. *Koulutukseen* kohdistuvat menot ja sen aiheuttamat päästöt pienentyivät selkeästi, mutta kyseisen kulutushyödykeryhmän merkitys on tarkastelun pienin sekä euroissa että päästöissä.

Taulukko 6. Suomalaisen keskimääräiset kulutusmenot ja hiilijalanjälki kulutushyödykeryhmittäin vuonna 2016, osuudet vuonna 2016 ja muutos 2000–2016.

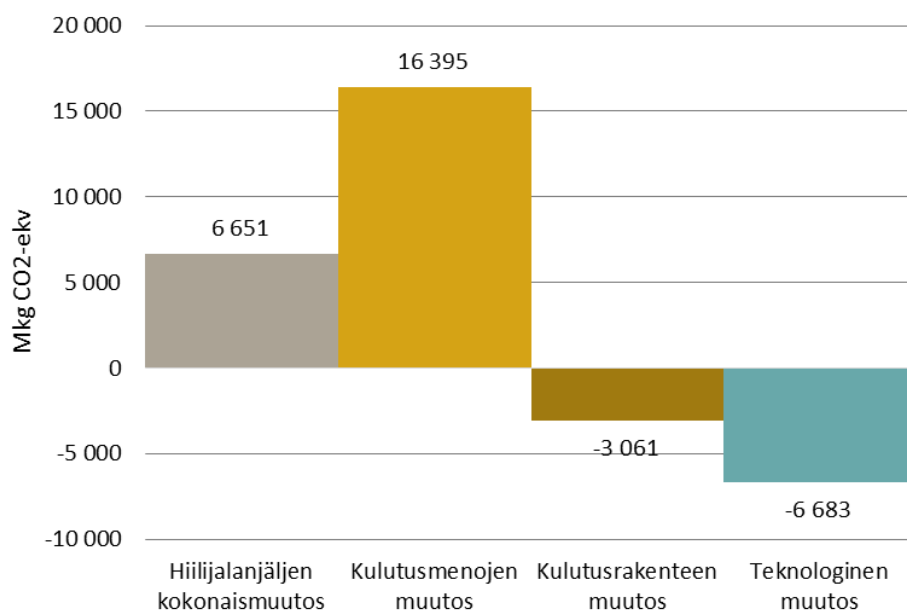
	Kulutusmenot 2016	Muutos 2000–2016	Osuus 2016	Khk-päästöt henkeä kohti 2016	Muutos 2000–2016	Osuus 2016
Kulutushyödykeryhmät	euroa	%	%	kg CO ₂ e	%	%
Kasvisperäiset elintarvikkeet	1512	19 %	7 %	881	10 %	8 %
Eläinperäiset elintarvikkeet	1105	18 %	5 %	1199	15 %	11 %
Alkoholijuomat ja tupakka	882	-1 %	4 %	150	0 %	1 %
Vaatteet ja jalkineet	812	54 %	4 %	262	50 %	2 %
Asuminen ja energia	5670	18 %	28 %	2664	-14 %	24 %
Kodin kalusteet, koneet ja tarvikkeet	995	39 %	5 %	469	36 %	4 %
Terveys	885	39 %	4 %	143	36 %	1 %
Ajoneuvojen hankinta	680	38 %	3 %	114	34 %	1 %
Yksityisajoneuvojen käyttö	1342	26 %	7 %	2887	1 %	26 %
Kuljetuspalvelut	408	10 %	2 %	312	8 %	3 %
Tietoliikenne	473	121 %	2 %	75	106 %	1 %
Kulttuuri ja vapaa-aika	2108	31 %	10 %	761	45 %	7 %
Koulutus	78	-18 %	0 %	11	-25 %	0 %
Hotellit, kahvilat ja ravintolat	1145	17 %	6 %	384	8 %	4 %
Muut tavarat ja palvelut	1980	30 %	10 %	367	27 %	3 %
Matkailumenot ulkomailla	607	87 %	3 %	256	91 %	2 %
Yhteensä	20460	30 %	100 %	10934	6 %	100 %

⁶ Asumisessa ei ole mukana pääoman kulumisen eli rakentaminen ja peruskorjaukset, joilla on erityisesti asumisessa suuri merkitys, katso Salo ym. 2016.

3.3.2 Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen rakenteellinen ositus

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki kasvoi 6 650 Mkg CO₂e vuosina 2000–2016. Tämä hiilijalanjäljen muutos voidaan osittaa kolmelle tekijälle: kulutusmenojen muutokselle, kulutusrakenteen muutokselle ja teknologiselle muutokselle. Kulutusmenojen kasvu merkitsee päästöjen lisääntymistä, sillä kaikilla kulutushyödykkeillä on nollaa suurempi päästökerroin. Kulutusrakenteen muutos taas kuvaa kulutuksen jakautumista eri hyödykkeisiin. Koska hyödykkeillä on erisuuruiset päästökertoimet, kulutusrakenteen muutos vaikuttaa päästöihin. Teknologinen muutos kuvaa eri kulutushyödykkeiden päästökerroimien muutosta. Teknologinen muutos aiheutuu tässä aineistossa erityisesti energiaan liittyvistä muutoksista (sähkön ja lämmön tuotannon polttoainejakauma, tuontisähkön osuus, liikennepolttoaineiden bio-osuus jne., ks. tarkemmin luku 2.4).

Hiilijalanjäljen muutoksen osatekijöissä kulutusmenojen kasvu yksinään olisi lisännyt tarkastelujaksolla päästöjä 16 395 miljoonaa kiloa CO₂e (kuva 12, kuvassa osatekijät summautuvat kokonaismuutokseen). Kulutusrakenteen muuttuminen taas olisi vähentänyt päästöjä 3 061 Mkg CO₂e. Kulutusmenoista aiempaa pienempi osuus kohdistui vuonna 2016 *asumiseen ja energiaan* sekä *poltto- ja voiteluaineisiin*. Koska nämä kulutushyödykkeiden päästökertoimet ovat korkeat ja etenkin asumiseen ja energiaan käytetään huomattava osa kulutusmenoista, pienetkin muutokset näiden suhteellisissa painoissa osana kulutuskoria vaikuttavat päästöihin. Teknologinen muutos vähensi päästöjä 6 683 Mkg CO₂e. Päästökertoimet pienenevät miltei kaikkien kulutushyödykkeiden kohdalla. Suurimpia muutokset olivat jälleen *asumisen ja energian* ja *poltto- ja voiteluaineiden* kohdalla. Muun muassa sähkön ja lämmön tuotannon muuttuminen vähäpäästöisempään suuntaan vaikuttaa kulutushyödykkeiden valmistusketjujen päästöihin ja sitä kautta kotitalouksien hiilijalanjälkeen laaja-alaisesti. Ainoastaan *laivamatkojen* ja *ulkomaille suuntautuvan matkailun* päästökertoimet kasvoivat hieman.

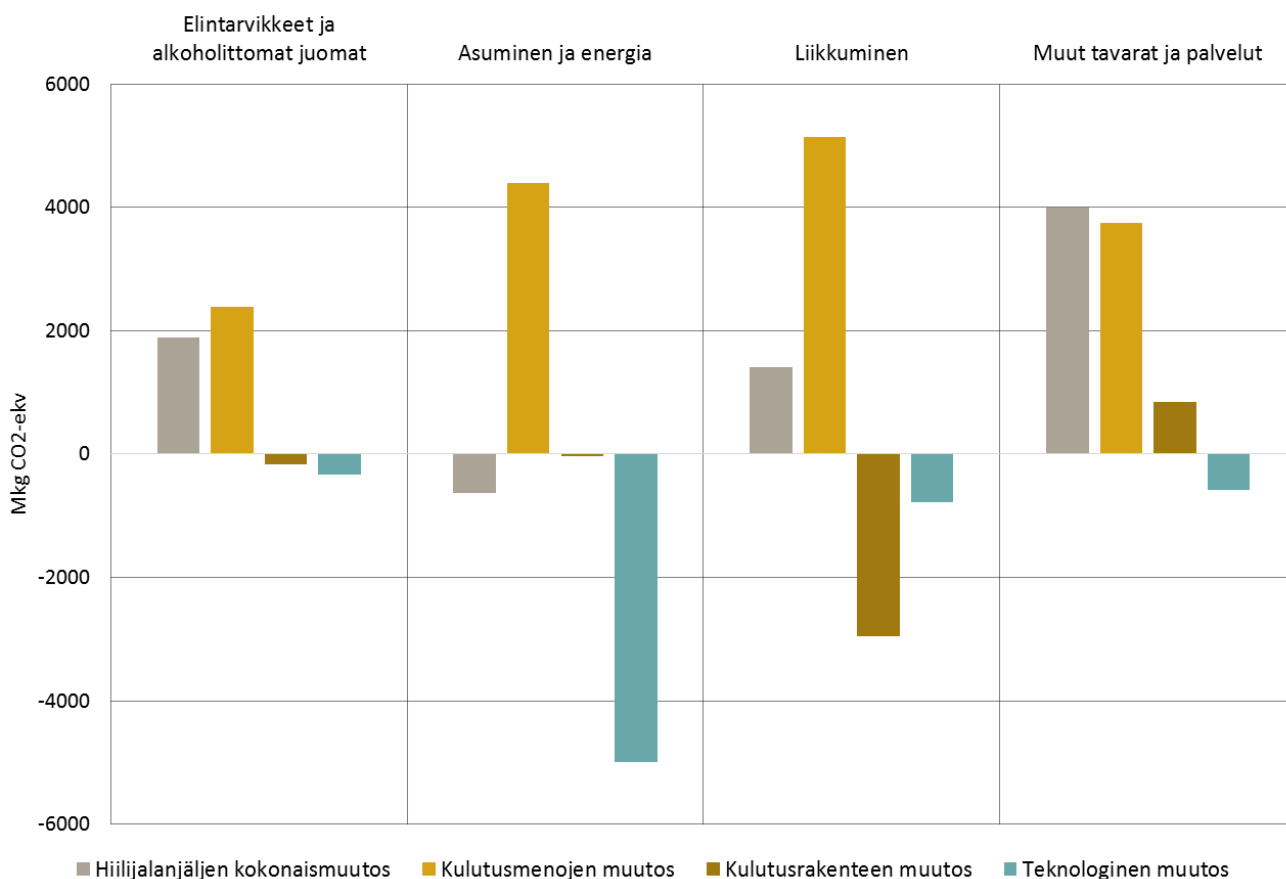


Kuva 12. Hiilijalanjäljen kokonaisuusmuutos ja sen osatekijät 2000–2016.

Kulutusmenojen muutos oli keskeinen osatekijä kasvaneen hiilijalanjäljen taustalla. Päästökertoimien pieneminen eli teknologinen muutos oli tärkein hiilijalanjälkeä pienentävä osatekijä, ja myös kulutusrakenteen muutos pienensi kasvihuonekaasupäästöjä. Nämä eivät kuitenkaan riittäneet kompensoimaan kasvavasta kulutuksesta aiheutuvaa päästöjen lisääntymistä, ja siksi kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki on kokonaisuutena kasvanut vuosina 2000–2016. Hoekstra ja Van Den Bergh (2002) tarkastelivat yli 27 tutkimusta, joissa oli hyödynnetty rakenteellisen osituksen menetelmää talouden

ympäristövaikutuksien arviointiin. Tulokset olivat kolmen osatekijän suhteen vastaavia kuin KUHIMA-hankkeessa saadut.

Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen muutosta voidaan tarkastella myös kulutushyödykeryhmittäin. Kuvassa 13 kunkin kulutushyödykeryhmän päästöjen muutos välillä 2000–2016 on dekomponoitu kolmeen osatekijään. Kuvassa kunkin ryhmän osatekijät summautuvat hiilijalanjäljen kokonaismuutokseen ja osatekijät summautuvat hyödykeryhmien yli kuvassa 12 esitettyihin kokonaistason muutoksiin. *Elintarvikkeissa ja alkoholittomissa juomissa* kulutusmenojen kasvu lisäsi päästöjä. Kulutusrakenteen muutos ja teknologinen kehitys vähensivät hieman hiilijalanjälkeä, mutta eivät pystyneet lähimainkaan kompensoimaan kulutusmenojen kasvun vaikutusta. *Asumisessa ja energiassa* teknologinen muutos vähensi päästöjä niin voimakkaasti, että kokonaisuutena kulutushyödykeryhmän hiilijalanjälki pieneni. Koska ryhmän sisällä kodin kalusteet, koneet ja tarvikkeet muodostavat vain pienen osuuden kokonaisuudesta, jäi kulutusrakenteen muutoksen vaikutus erittäin pieneksi. *Liikkumisessa* kulutusrakenteen muutos vähensi päästöjä enemmän kuin teknologinen muutos. Ryhmän sisällä poltto- ja voiteluaineiden osuus kulutuksesta pieneni. Koska kyseisellä kulutushyödykkeellä on ryhmän sisällä iso painoarvo ja korkea päästökerroin, selittyy kulutusrakenteen muutoksen päästöjä pienentävä vaikutus valtaosin tällä seikalla. Kuitenkin kulutusmenojen muutos veti hyödykeryhmän hiilijalanjäljen kasvuun. *Muissa tavaroissa ja palveluissa* teknologinen muutos leikkasi päästöjä vain vähän, kun taas kulutusmenojen muutos ja kulutusrakenteen muutos kasvattivat hiilijalanjälkeä.



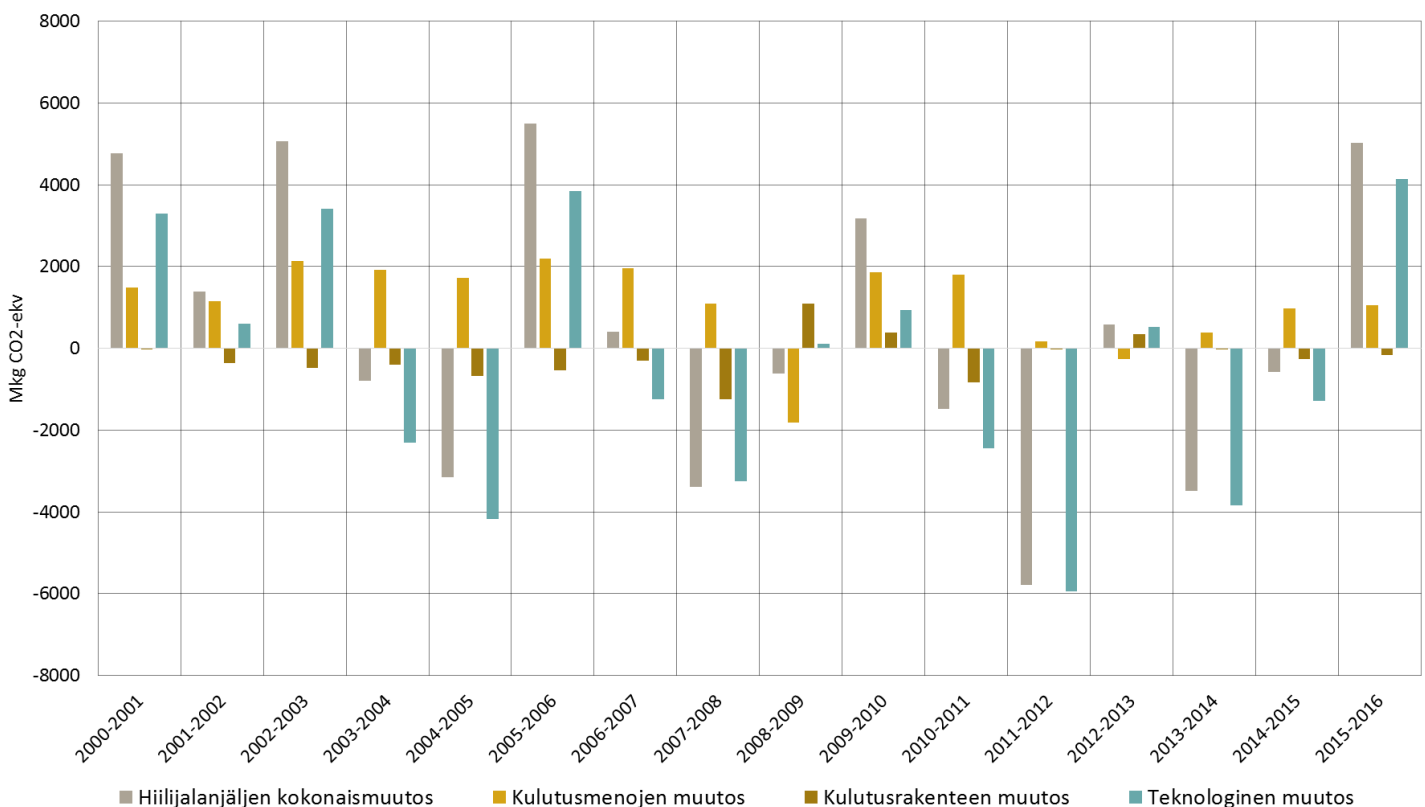
Kuva 13. Hiilijalanjäljen kokonaismuutos ja sen osatekijät kulutuksen pääluokittain 2000–2016.

Rakenteellisen osituksen menetelmää voidaan hyödyntää myös peräkkäisten vuosien tarkasteluun. Vuosiparitarkastelu tuo esiin eri suuntaan vaikuttaneita muutoksia, joita ei voida havaita dekomponoimalla alku- ja päätevuoden välinen kehitys. Kuvassa 14 on esitetty vuosipareittaisen rakenteellisen osituksen tulokset. Kuvassa kunkin vuosiparin osatekijät summautuvat kokonaismuutokseen ja kukin neljästä

muuttujasta summautuu kuvan 12 kokonaistason muutoksiin. Hiilijalanjäljen kokonaismuutos on vaihdellut tarkastelujaksolla huomattavasti: vuosien 2005 ja 2006 välillä hiilijalanjälki kasvoi noin 5 500 Mkg CO₂e, ja vuosien 2011 ja 2012 välillä hiilijalanjälki pieneni noin 5 780 Mkg CO₂e. Kulutusmenojen muutoksen vaikutus hiilijalanjälkeen seurasi voimakkaasti bruttokansantuotteen kehitystä: finanssi-kriisi ja siitä seurannut taantuma leikkasivat vuosina 2009 ja 2013 kulutusta ja sen seurauksena päästöjen kasvu oli heikompaa kuin edeltävinä vuosina.

Kulutusrakenteen muutos on pääasiassa pienentänyt hiilijalanjälkeä tarkastelujakson kuluessa, ja vain vuosipareina 2008–2009, 2009–2010 ja 2012–2013 kulutusrakenteen muutos on kasvattanut kotitalouksien hiilijalanjälkeä. Taloustaantumassa kulutus on siis kohdistunut kulutushyödykkeisiin, joiden päästökertoimet ovat suhteellisesti suurempia. Etenkin vuosien 2008–2009 välillä kulutusrakenteen muutoksen vaikutus on ollut huomattava (yli 1 000 Mkg CO₂e). Koska samaan aikaan kulutusmenot kokonaisuudessaan pienenivät, hiilijalanjäljen kokonaismuutos oli negatiivinen eli päästöt vähenivät.

Tarkastelujakson alkupuolella teknologinen muutos kasvatti hiilijalanjälkeä joinakin vuosipareina. Vuodesta 2006 lähtien päästökertoimien pieneminen on vähentänyt päästöjä lukuun ottamatta vuosipareja 2008–2009 (kasvua 112 Mkg CO₂e), 2009–2010 (936 Mkg CO₂e), 2012–2013 (514 Mkg CO₂e) ja 2015–2016 (4 144 Mkg CO₂e). Vuosi 2010 oli poikkeuksellisen kylmä ja vastaavasti vuosi 2015 oli poikkeuksellisen lämmin. Lämmitystarve ja fossiilisten polttoaineiden käyttömäärät näinä vuosina heijastuvat erityisen voimakkaasti siihen, että teknologinen muutos kasvatti hiilijalanjälkeä vuosipareina 2009–2010 ja 2015–2016. Vuosien 2011 ja 2012 välillä teknologinen muutos vähensi päästöjä huomattavasti. Keskeisenä syynä tähän oli sekä kotimaassa tuotetun sähkön että tuontisähkön KHK-päästöjen väheneminen.



Kuva 14. Hiilijalanjäljen kokonaismuutos ja sen osatekijät vuosipareittain 2000–2016.

3.3.3 Kotitalouksien kulutuksen raaka-aineiden käyttö vuonna 2015

Kotitalouksien kulutuksesta aiheutuva raaka-aineiden käyttö (RMR) vuonna 2015⁷ oli 64 800 miljoonaa kiloa (eli 64,8 miljoonaa tonnia, Mt). Tästä *muiden tavaroiden ja palvelujen* osuus oli 32 %, *asumisen ja energian* osuus 30 %, *elintarvikkeiden ja alkoholittomien juomien* osuus 26 % ja *liikkumisen* osuus 12 %. Kulutusmenojen kokonaismäärästä (110 362 miljoonan euroa) vastaavat osuudet olivat 44 %, 33 %, 13 % ja 11 %. *Muiden tavaroiden ja palvelujen* RMR-kerroin oli selvästi alhaisempi kuin esimerkiksi *elintarvikkeiden ja alkoholittomien juomien*.

Suomalaisten keskimääräinen raaka-ainekäyttö noudatteli kulutusmenojen osuuksia vuonna 2015 (taulukko 7). *Asuminen ja energia* muodosti suurimman hyödykeryhmän sekä kulutusmenojen että raaka-aineiden käytön osalta. *Kasvis- ja eläinperäiset elintarvikkeet* muodostivat kumpikin 13 % raaka-ainekäytöstä. Seuraavaksi suurimmat ryhmät olivat *kulttuuri ja vapaa-aika*, *yksityisajoneuvojen käyttö* ja *kodin kalusteet, koneet ja tarvikkeet*.

Taulukko 7. Suomalaisen keskimääräiset kulutusmenot ja raaka-aineiden käyttö kulutushyödykeryhmittäin vuonna 2015 ja osuudet vuonna 2015.

	Kulutusmenot 2015	Osuus	Raaka-aineiden käyttö henkeä kohti 2015	Osuus
Kulutushyödykeryhmät	euroa	%	kg	%
Kasvisperäiset elintarvikkeet	1 503	7 %	1 532	13 %
Eläinperäiset elintarvikkeet	1 113	6 %	1 547	13 %
Alkoholijuomat ja tupakka	894	4 %	229	2 %
Vaatteet ja jalkineet	812	4 %	273	2 %
Asuminen ja energia	5 616	28 %	2 548	22 %
Kodin kalusteet, koneet ja tarvikkeet	986	5 %	970	8 %
Terveys	883	4 %	253	2 %
Ajoneuvojen hankinta	610	3 %	206	2 %
Yksityisajoneuvojen käyttö	1 289	6 %	1 028	9 %
Kuljetuspalvelut	405	2 %	237	2 %
Tietoliikenne	459	2 %	145	1 %
Kulttuuri ja vapaa-aika	2 059	10 %	1 386	12 %
Koulutus	79	0 %	16	0 %
Hotellit, kahvilat ja ravintolat	1 120	6 %	486	4 %
Muut tavarat ja palvelut	1 963	10 %	627	5 %
Matkailumenot ulkomailla	574	3 %	335	3 %
Yhteensä	20 141	100 %	11 818	100 %

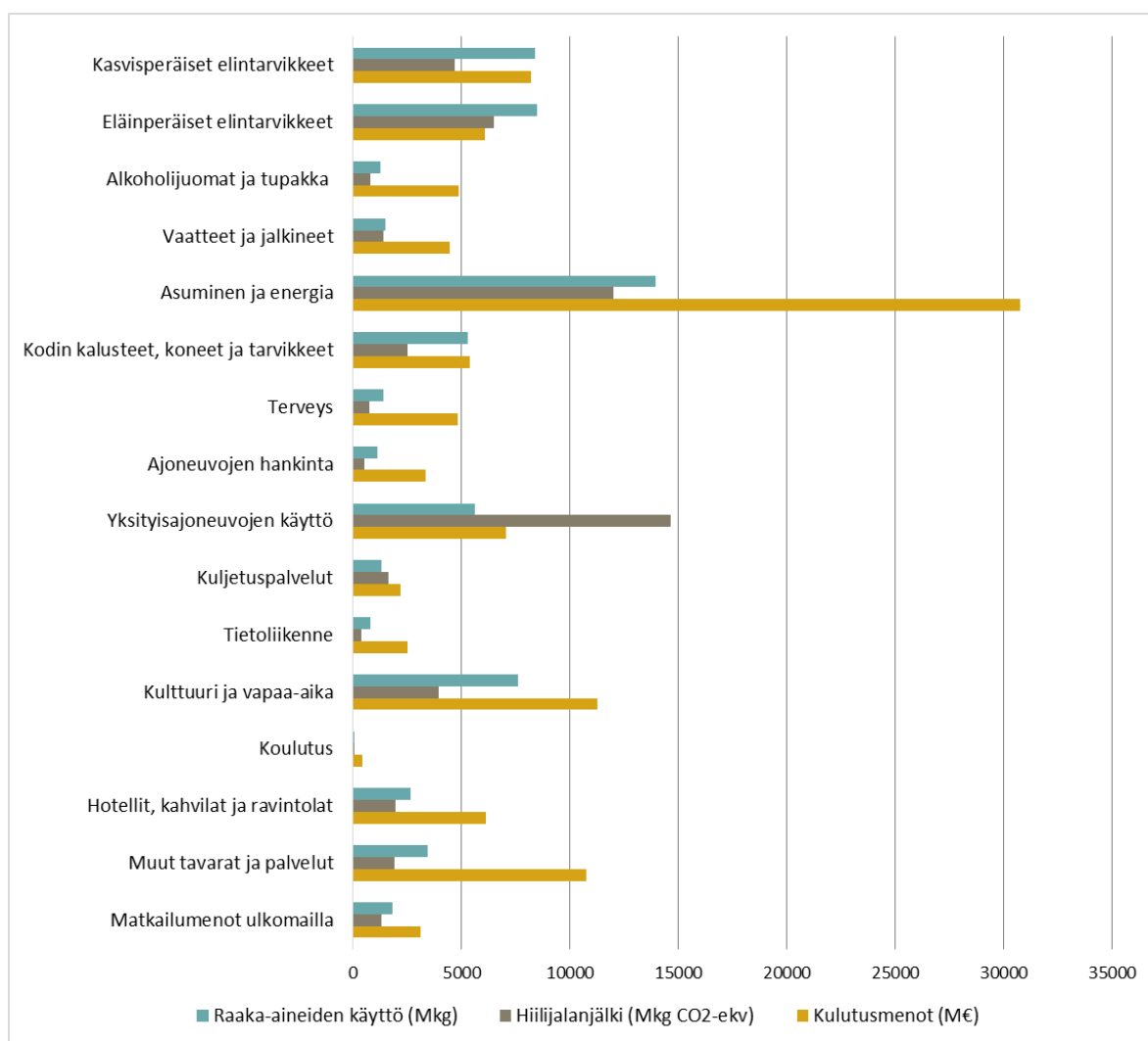
Kotitalouksien kulutusmenoja, hiilijalanjälkeä ja raaka-aineiden käyttöä vuonna 2015 on vertailtu kuvassa 15. Kuormitusten suuruusluokat eroavat selvästi muutamissa kulutushyödykeryhmissä. Hiilijalanjälki on huomattavasti suurempi kuin raaka-ainekäyttö *yksityisajoneuvojen käytössä*.⁸ Keskeisenä syynä on liikennepolttoaineiden aiheuttamat suorat hiilidioksidipäästöt. Kulutushyödykkeiden valmistusketjun raaka-ainekäyttö on selkeästi kasvihuonekaasupäästöjä suurempaa *kasvisperäisissä elintarvikkeissa* sekä useissa palveluita sisältävissä ryhmissä. *Muihin tavaroihin ja palveluihin* ja *terveyteen* kohdistuva kulutus aiheuttaa suhteellisesti pienimmät ympäristökuormitukset, kun tarkastellaan hiilijalanjälkeä ja raaka-aineiden käyttöä.

⁷ Raaka-aineiden käyttöön liittyen ei ole saatavilla vastaavan kaltaista aikasarja-aineistoa kuin hiilijalanjäljen kohdalla. Tästä syystä tarkastelussa on vain yksittäinen vuosi.

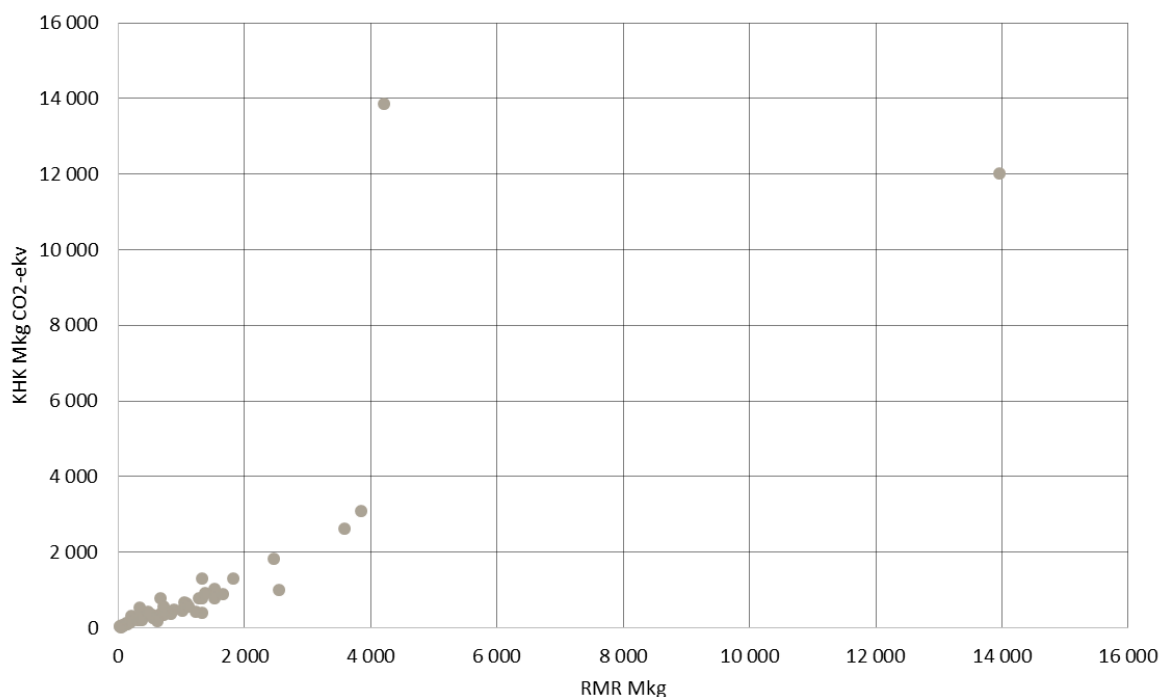
⁸ Yksityisajoneuvojen käytön mahdollistava väyläinfrastruktuurin rakentaminen ja ylläpito on hyvin raaka-aineintensiivistä. Tämä ei kuitenkaan näy kulutushyödykkeiden elinkaarisessa raaka-aineiden käytössä, koska tierakentaminen tilastoidaan investointeihin, ei kulutukseen.

Kotitalouksien kulutuksen aiheuttamien materiaalivirtojen ja kasvihuonekaasupäästöjen välistä yhteyttä on tarkasteltu 59 kulutushyödykkeen tasolla kuvassa 16. Kunkin hyödykkeen raaka-aineiden käyttö on kuvattu vaak-akselille ja hiilijalanjälki on kuvattu pysty-akselille.

Kuvasta nähdään että KHK korreloi voimakkaasti RMR:n kanssa. Aineistossa on kaksi poikkeavaa havaintoa. Poltto- ja voiteluaineiden (RMR = 4 200, KHK = 13 800) kasvihuonekaasupäästöt ovat yli kolminkertaiset verrattuna raaka-ainekäyttöön. Kyseessä on luonteeltaan hyvin erilainen kulutushyödyke muihin verrattuna. Asumisessa (RMR = 14 000, KHK = 12 000) molemmat kuormitukset ovat huomattavan korkeat. Syynä on kulutushyödykeryhmään kohdistuva, huomattavan suuri menomäärä. Havaintopari asettuu hyvin samalle regressiosuoralle havaintojen pääjoukon kanssa, mutta koska se on selkeästi poikkeava havainto niin se jätettiin huomiotta selityksasteen laskennassa. Muuttujien välisen yhteyden selityksaste on hyvin korkea ($R^2 = 0,89$).



Kuva 15. Kotitalouksien kulutusmenot, raaka-aineiden käyttö ja hiilijalanjälki vuonna 2015 kulutushyödykeryhmittäin.



Kuva 16. Raaka-aineiden käytön (RMR) ja kasvihuonekaasupäästöjen (KHK) välinen riippuvuus 59 kulutushyödykkeen aineistossa.

3.4 Erilaisten kotitalouksien hiilijalanjäljet

Salo Marja¹, Nissinen Ari¹, Nurmela Juha², Mäenpää Ilmo³ ja Savolainen Hannu¹

¹Suomen ympäristökeskus

²Tilastokeskuksen erikoistutkija, eläkkeellä

³Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston tutkimusprofessori, eläkkeellä

3.4.1 Kotitalouksien kulutusmenot ja niiden hiilijalanjälki vuonna 2016

Edellisessä luvussa 3.3 esiteltiin kansantalouden tilinpidosta laskettu kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki vuosille 2000–2016. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälkeä voidaan tarkastella myös Tilastokeskuksen kulutustutkimuksen avulla. Kulutusmenotutkimuksen kotitalouskohtaisesti kerätty tieto ja kattavasti taustamuuttujia sisältävä aineisto mahdollistaa erilaisten kotitalouksien kulutuksen tarkastelun. Tässä luvussa tarkastellaan hiilijalanjälkeä suhteessa tulotasoon, kotitalouden tyyppiin (henkilömäärä ja elinvaihe) ja asuinpaikan kaupunki-maaseutu -luokkaan.

Taulukossa 8 on esitetty yleiskuva suomalaisten kulutusmenoista ja hiilijalanjäljestä vuoden 2016 kulutustutkimukseen perustuen (Tilastokeskus 2018). Kulutusmenot ovat vuoden 2016 käyvässä arvossa. Taulukossa on esitetty kokonaispäästöt, ja päästöt henkilöä ja kulutusyksikköä kohden. Tässä luvussa tarkastellaan kulutusta kulutusyksikköä kohden laskettuna. Kulutusyksiköihin perustuva laskentatapa ottaa henkilöä kohti laskettua arvoa paremmin huomioon kotitalouden mittakaavaedut. Mittakaavaedulla tarkoitetaan sitä, ettei kulutus kasva suoraviivaisesti jokaista kotitalouden lisähenkilöä kohden (Nurmela 2008). Esimerkiksi kodinkoneita ei tarvita juurikaan enempää vaikka talouden henkilömäärä kasvaisi. Tässä raportissa hyödynnetään Tilastokeskuksen aineistoon sisältyvää ja sen nykyisin suosittamaa OECD:n määritelmää. Tällöin kulutusyksiköt muodostetaan seuraavasti (Tilastokeskus 2018, s. 26): ”kotitalouden ensimmäinen aikuinen saa painon 1,0, seuraavat 14 vuotta täyttäneet jäsenet 0,5 ja alle 14-vuotiaat lapset 0,3.”

Taulukko 8. Kotitalouksien kulutusmenot ja niiden hiilijalanjälki perustuen vuoden 2016 kulutustutkimukseen.

Kulutusmenoluokka	Mkg CO ₂ e	kg CO ₂ e / henkilö	kg CO ₂ e / kulutus-yksikkö	Osuus päästöistä %	Kulutusmenot M€	Osuus kulutusmenoista %	Päästö-intensiteetti kg CO ₂ e /€
Elintarvikkeet ja alkoholitonta juomat	8 901	1 643	2 296	19 %	11 729	12 %	0,76
Asuminen ja energia	15 753	2 907	4 064	33 %	30 736	32 %	0,51
Kodin kalusteet, koneet, tavarat ja palvelut	1 906	352	492	4 %	4 270	4 %	0,45
Liikenne	12 578	2 321	3 245	27 %	15 549	16 %	0,81
Muut tavarat ja palvelut	8 051	1 486	2 077	17 %	33 893	35 %	0,24
Yhteensä	47 189	8 709	12 173	100 %	96 177	100 %	0,49

Taulukosta 8 käy ilmi, että asuminen muodostaa suurimman yksittäisen päästölähteen, 37 % hiilijalanjäljestä kun lasketaan yhteen asumisen energiankulutus ja kodin kalusteet koneet, tavarat ja palvelut (eli COICOP-luokat 04 ja 05). Muut tavarat ja palvelut aiheuttaa 17 % (sisältäen COICOP-luokat 02, 03, 06, 08, 09, 10, 11 ja 12), liikenne aiheuttaa 27 % (COICOP-luokka 07), ja ruoka (COICOP-luokka 01) aiheuttaa 19 % päästöistä. Kuitenkin huomionarvoista liikenteen osalta on, että valmismatkat sisältyvät luokkaan Muut tavarat ja palvelut. Ruoan osalta huomionarvoista on, että ravintolapalvelut sisältyvät myös tuohon luokkaan. Taulukon 8 kulutustutkimuksen kulutusmenoissa eivät ole mukana kulutusmenojen ulkopuoliset erät, eli esimerkiksi veroluonteiset maksut ja lainojen korot.

Päästöintensiteetti eli ”kulutetun euron hiilijalanjälki” (jonka yksikkö on kg CO₂e /€) vaihtelee kulutusmenoluokittain (taulukko 8). Korkein päästöintensiteetti on liikenteellä, mitä selittää fossiilisten polttoaineiden palamisesta syntyvät päästöt ja polttoaineiden suhteellisen edullinen hinta syntyviin päästöihin nähden. Myös ruoalla on korkea päästöintensiteetti. Asumisen/kodin kahdella luokalla on edellisiä selkeästi pienemmät päästöintensiteetit, ja pienin hiilijalanjälki kulutettua euroa kohden on muilla tavaroilla ja palveluilla. Keskimääräinen euron hiilijalanjälki on 0,49, eli noin puoli kiloa kasvihuonekaasupäästöjä kulutettua euroa kohti.

Kansantalouden tilinpidon ja kulutusmenotutkimuksen tiedot kotitalouksien kulutusmenoista poikkeavat toisistaan (taulukko 9). Tiedonkeruun menetelmien ja rajausten eroista on kerrottu tarkemmin luvussa 2.3. Kansantalouden tilinpidossa kotitalouksien kulutusmenot ovat 16,3 M€ suuremmat kuin kulutustutkimuksen tietoihin perustuvat menot. Lisäksi kulutusmenojen jakaumat poikkeavat siten, että *elintarvikkeiden, kodin kalusteiden, koneiden ja tarvikkeiden, sekä muiden tavaroiden ja palveluiden* kulutusmenot ovat kansantalouden tilinpidossa suuremmat kuin kulutusmenotutkimuksesta saatavat tiedot. *Asumisen ja energian* menot ovat aineistoissa lähellä toisiaan ja *liikenteen* menot ovat kulutusmenotutkimuksessa suuremmat kuin kansantalouden tilinpidossa. Sopivin aineisto onkin valittava käyttötarkoituksen mukaan. Kansantalouden tilinpito antaa kattavan kokonaiskuvan kotitalouksien kulutusmenoista koko maan tasolla. Toisaalta kulutusmenotutkimuksen taustatietojen ansiosta sillä voidaan tutkia erilaisten kotitalouksien kulutusmenoja ja hiilijalanjälkiä.

Taulukko 9. Kotitalouksien kulutusmenot ja hiilijalanjälki vuonna 2016 kansantalouden tilinpidosta ja kulutusmenotutkimuksesta.

Kulutusmenoluokka	Kansantalouden tilinpito 2016				Kulutustutkimus 2016			
	Kulutusmenot M€	Osuus kulutusmenoista %	Mkg CO ₂ e	Osuus päästöistä %	Kulutusmenot M€	Osuus kulutusmenoista %	Mkg CO ₂ e	Osuus päästöistä %
Elintarvikkeet ja alkoholliset juomat	14 382	13 %	11 433	19 %	11 729	12 %	8 901	19 %
Asuminen ja energia	31 158	27 %	14 637	24 %	30 736	32 %	15 753	33 %
Kodin kalusteet, koneet, tavarat ja palvelut	5 468	5 %	2 576	4 %	4 270	4 %	1 906	4 %
Liikenne	13 353	12 %	18 204	30 %	15 549	16 %	12 578	27 %
Muut tavarat ja palvelut	49 294	43 %	13 238	22 %	33 893	35 %	8 051	17 %
Yhteensä	112 432*	100 %	60 088	100 %	96 177	100 %	47 189	100 %

*) Kansantalouden tilinpidon 2016 kulutusmenot on esitetty vuoden 2015 hinnoin. Tästä syystä ne eivät ole summautuvia.

3.4.2 Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki tulotason mukaan

Tulotasolla on yhteys kulutuksen määrään ja laatuun ja edelleen kulutusmenojen hiilijalanjälkeen. Kotitaloudet voidaan jakaa tulojen mukaan lukumäärältään samankokoisiin luokkiin, kuten tulokymmenyksiin eli desiileihin (taulukko 10). Taulukointi on tehty käyttämällä Tilastokeskuksen aineiston muuttujaa, jossa desiilit on muodostettu jakamalla kotitaloudet kymmenyksiin kotitalouksien kulutusyksikköä kohden käytettävissä olevien tulojen mukaan. Otoksen muodostamisen vuoksi kotitalouksien lukumäärä ei ole aivan tarkasti sama eri desiileissä (taulukko 11).

Taulukossa 10 ja kuvassa on esitetty kulutusyksikköä kohden laskettu kulutusmenojen hiilijalanjälki. Kuten voi olettaa, hiilijalanjälki kasvaa, kun tulot kasvavat, sillä tulojen kasvaessa tyypillisesti myös kulutusmenot kasvavat. Päästölaskennassa jokainen tiettyyn kulutustuoteryhmään käytetty euro kasvattaa päästöjä yhtä paljon. Sveitsiläisen tutkimuksen mukaan (Girod and De Haan 2010) vauriissa kuluttajaryhmissä saatetaan maksaa korkeampaa hintaa tuotteista ja palveluista. Toisin sanoen, kulutuksen määrä tuotteissa mitattuna ei välttämättä kasva samassa suhteessa kuin kulutetut eurot. Tutkimuksen johtopäätöksissä kuitenkin todettiin, että kulutus ei suuntaudu pelkästään kalliimpiin tuotteisiin ja palveluihin vaan myös kulutettu määrä kasvaa kulutusmenojen kasvaessa.

Kun tarkastellaan alimman ja ylimmän desiilin hiilijalanjälkien eroja, havaitaan että *ruoan* kulutuksen ja *asumisen* hiilijalanjälki on ylimmässä luokassa kaksinkertainen alimpaan luokkaan verrattuna. Suhteellisesti enemmän kasvaa *liikkumisen* ja *muiden tavaroiden ja palveluiden* hiilijalanjälki. *Liikkumisen* päästöt lähes nelinkertaistuvat ja *muiden tavaroiden ja palveluiden* kulutus yli kolminkertaistuu kun verrataan alinta ja ylintä tuloluokkaa. Suhteellisia eroja voivat selittää *ruoan* kulutuksen välttämättömyys (jokaisen on syötävä mutta ruokaa ei ole mielekästä kuluttaa moninkertaisesti enempää), ja se että *asumisen* eroja tasaa sosiaaliturva.

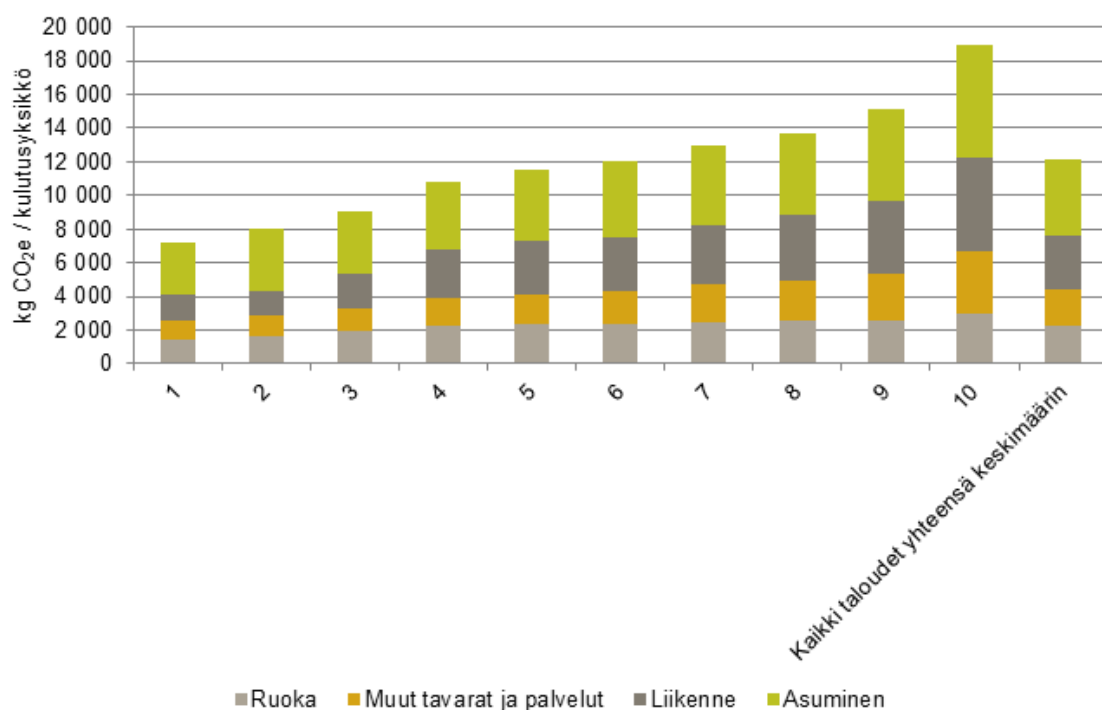
Kun tarkastellaan kulutuksen osa-alueiden osuutta hiilijalanjäljestä, kolme pienintä tulodesiiliä erotuvat ylemmistä *asumisesta* ja *liikenteestä*: *Asumisen* osuus hiilijalanjäljestä muodostaa alimmissa kolmessa desiilissä 42–46 % ja sitä ylemmissä desiileissä 35–37 % hiilijalanjäljestä. *Liikenne* puolestaan tuottaa 18–22 % kolmen alimman desiilin hiilijalanjäljestä ja ylemmissä desiileissä 27–29 %. *Ruoan* osuus vaihtelee välillä 19–22 % desiileissä 1–8, ja on 16–17 % desiileissä 9 ja 10. *Muiden tavaroiden ja palveluiden* osuus vaihtelee välillä 15–20 %.

Nurmela (2018) tarkasteli kulutuksen muutoksia tuloluokittain vuosien 1985 ja 2016 välillä. Hänen mukaansa kulutus on siinä mielessä samankaltaistunut tarkastelujakson aikana, että kulutusmenojen suhteelliset osuudet ovat melko samat eri tuloryhmissä.

Taulukko 10. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki kulutusyksikköä kohden tulodesiileittäin vuonna 2016.

Tulodesiili	Hiilijalanjälki kg CO ₂ e / kulutusyksikkö					Päästöintensiteetti kg CO ₂ e / €	
	Ruoka	Muut tavarat ja palvelut	Liikenne	Asuminen	Hiilijalanjälki yhteensä keskimäärin	Kulutusmenot yhteensä	Kulutusmenot pois lukien asuminen
1	1 413	1 200	1 471	3 154	7 238	0,50	0,48
2	1 643	1 212	1 454	3 687	7 996	0,51	0,47
3	1 978	1 358	1 971	3 770	9 077	0,52	0,49
4	2 225	1 699	2 912	3 919	10 755	0,51	0,51
5	2 310	1 783	3 216	4 213	11 522	0,50	0,50
6	2 401	1 918	3 223	4 516	12 057	0,52	0,52
7	2 513	2 257	3 476	4 714	12 960	0,49	0,48
8	2 596	2 328	3 946	4 792	13 663	0,49	0,50
9	2 539	2 790	4 295	5 472	15 097	0,47	0,47
10	2 962	3 743	5 553	6 692	18 950	0,46	0,45
Kaikki taloudet keskimäärin	2 296	2 077	3 245	4 556	12 173	0,49	0,48

Kulutusmenojen hiilijalanjälki kulutettua euroa kohden (taulukko 10) ei juurikaan vaihtelee desiilien välillä. Tämä viittaa jo aiemminkin mainittuun havaintoon siitä, että kulutuksen rakenne on melko yhtenäinen tulotasosta huolimatta. Taulukossa 10 on esitetty kulutuksen hiilijalanjälki kulutettua euroa kohden sekä kulutukselle yhteensä, että kulutukselle pois lukien asuminen. Näin on tehty, jotta tulokset voidaan esittää yhtenäisesti myös asuinpaikan kaupunki-maaseutu -tarkastelun kanssa (Taulukko 14).



Kuva 17. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki kulutusyksikköä kohden tulodesiileittäin perustuen vuoden 2016 kulutustutkimukseen.

Taulukkoon 11 on koottu taustatietoja tulodesiilien kotitalouksista. Taulukossa 11 ja myöhemmin vastaavissa taulukoissa sarake havaintomäärä viittaa Tilastokeskuksen tutkimuksessa haastateltujen kotitalouksien lukumäärään. Pienituloisissa kotitalouksissa keskimääräinen henkilö- ja kulutusyksiköiden lukumäärä on pienempi kuin ylemmissä tulodesiileissä. Kotitalouden tulojen kasvaessa myös asunnon pinta-ala kasvaa. Kulutusyksikköä kohden laskettuna pinta-ala kasvaa kuitenkin vähemmän kuin kokonaispinta-ala. Kulutustutkimusaineiston mukaan kotitalouksien asunnon pinta-ala oli vuonna 2016 keskimäärin 90 m². Tilastokeskuksen asunnot ja asuinolot -tilaston mukaan pinta-alaa per asuntokunta oli vuonna 2016 81,7 m². Eroihin vaikuttanee tietojen keruutapa. Kulutustutkimuksessa vastaajat ilmoittavat itse kotinsa pinta-alan, jolloin pientaloissa asuvien on havaittu ilmoittavan kiinteistörekisteriin verrattuna suuremman pinta-alan (Tilastokeskus 2018). Tuloilla tarkoitetaan tässä rahatuloja (Tilastokeskus 2019a).

Taulukko 11. Kotitalouksien taustatietoja tulodesiileittäin vuonna 2016.

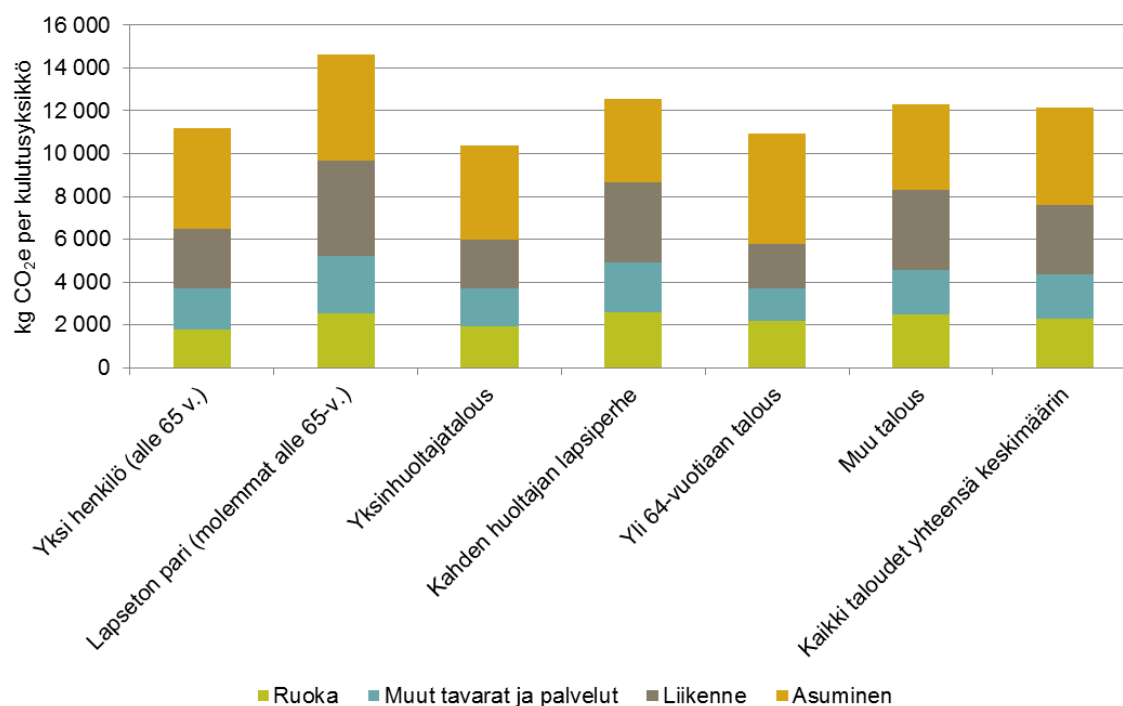
Tulodesiili			Tulodesiilin keskiarvot				
	Havaintomäärä	Kotitalouksia desiilissä	Henkilöitä taloudessa	Kulutusyksiköitä taloudessa	Asunnon pinta-ala m ²	Asunnon pinta-ala m ² / kulutusyksikkö	Tulot / kulutusyksikkö €
1	260	268 384	1,3	1,1	46	41	11 110
2	260	267 168	1,7	1,3	60	47	15 033
3	315	268 002	1,9	1,4	67	49	17 806
4	338	268 298	2,3	1,5	86	56	19 695
5	358	267 038	2,2	1,5	90	60	22 081
6	376	267 628	2,2	1,5	92	61	24 628
7	397	267 563	2,2	1,5	98	63	27 473
8	444	267 612	2,2	1,5	109	71	30 557
9	454	268 025	2,2	1,5	118	78	35 972
10	471	267 381	2,2	1,6	137	88	57 072
Kaikki taloudet yhteensä tai keskimäärin	3 673	2 677 100	2,0	1,4	90	62	26 902

3.4.3 Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki kotitalouden tyypin mukaan

Kotitalouden tyypillä tarkoitetaan tässä talouden henkilömäärään ja elinvaiheeseen liittyviä ominaisuuksia. Työikäisten aikuisten ja huollettavien määrä vaikuttavat käytettävissä oleviin tuloihin, sekä kokonaisuudessaan että kulutusyksikköä kohden. Elämänvaihe voi myös vaikuttaa kulutuksen rakenteeseen, eli millaisia tavaroita ja palveluita kulutetaan. Taulukossa 12 ja kuvassa 18 esitellään kulutusmenojen hiilijalanjälki kotitaloustyypeittäin. Suurin kulutusyksikköä kohden laskettu hiilijalanjälki on lapsettomien parien talouksissa. Mikäli taloudessa on kaksi tulonsaajaa, muttei huollettavia lapsia, henkilöä ja kulutusyksikköä kohden laskettuja tuloja (taulukko 13) on käytettävissä enemmän kuin talouksissa, joissa on huollettavia tai vain yksi tulonsaaja. Vaikka taulukon 12 kotitaloustyypeissä ei ole otettu huomioon tulonsaajien lukumäärää, on selvää, että esimerkiksi kahden huoltajan lapsiperheessä on useammin kaksi tulonsaajaa kuin yksinhuoltajatalouksissa.

Taulukko 12. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki kotitaloustyypeittäin vuonna 2016.

Kotitalouden tyyppi	Hiilijalanjälki kg CO ₂ e / kulutusyksikkö					Päästöintensiteetti kg CO ₂ e / €	
	Ruoka	Muut tavarat ja palvelut	Liikenne	Asuminen	Hiilijalanjälki yhteensä keskimäärin	Kulutusmenot yhteensä	Kulutusmenot pois lukien asuminen
Yksi henkilö (alle 65 v.)	1 782	1 944	2 777	4 690	11 192	0,49	0,47
Lapseton pari (molemmat alle 65 v.)	2 517	2 686	4 491	4 955	14 649	0,49	0,48
Yksinhuoltajatalous	1 912	1 805	2 275	4 372	10 364	0,49	0,47
Kahden huoltajan lapsiperhe	2 573	2 322	3 743	3 902	12 539	0,49	0,50
Yli 64-vuotiaan talous	2 197	1 496	2 083	5 186	10 962	0,49	0,46
Muu talous	2 503	2 070	3 748	3 995	12 316	0,49	0,51
Kaikki taloudet keskimäärin	2 296	2 077	3 245	4 556	12 173	0,49	0,48



Kuva 18. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki kotitaloustyypeittäin vuonna 2016.

Kulutusyksikköä kohden laskettu asumisen hiilijalanjälki on korkein yli 64-vuotiaiden talouksissa (taulukko 12). Näillä talouksilla on myös eniten asuinpinta-alaa kulutusyksikköä kohden (taulukko 13). Tätä selittää se, että osa yli 64-vuotiaiden talouksista asuu samassa asunnossa, jossa on aiemmin asuttu lasten kanssa. Korkeimmat liikenteen kulutusyksikköä kohden lasketut päästöt ovat lapsettomilla pareilla ja seuraavaksi suurimmat kahden huoltajan lapsiperheillä (taulukko 12). Aktiivinen elämänvaihe ja käytettävissä olevat tulot todennäköisesti vaikuttavat näiden liikkumistarpeisiin ja -mahdollisuuksiin. Myös ruoan ja muiden tavaroiden ja palveluiden kulutuksen kulutusyksikköä kohden lasketut hiilijalanjäljet ovat suurimmat lapsettomilla pareilla ja kahden huoltajan lapsiperheillä.

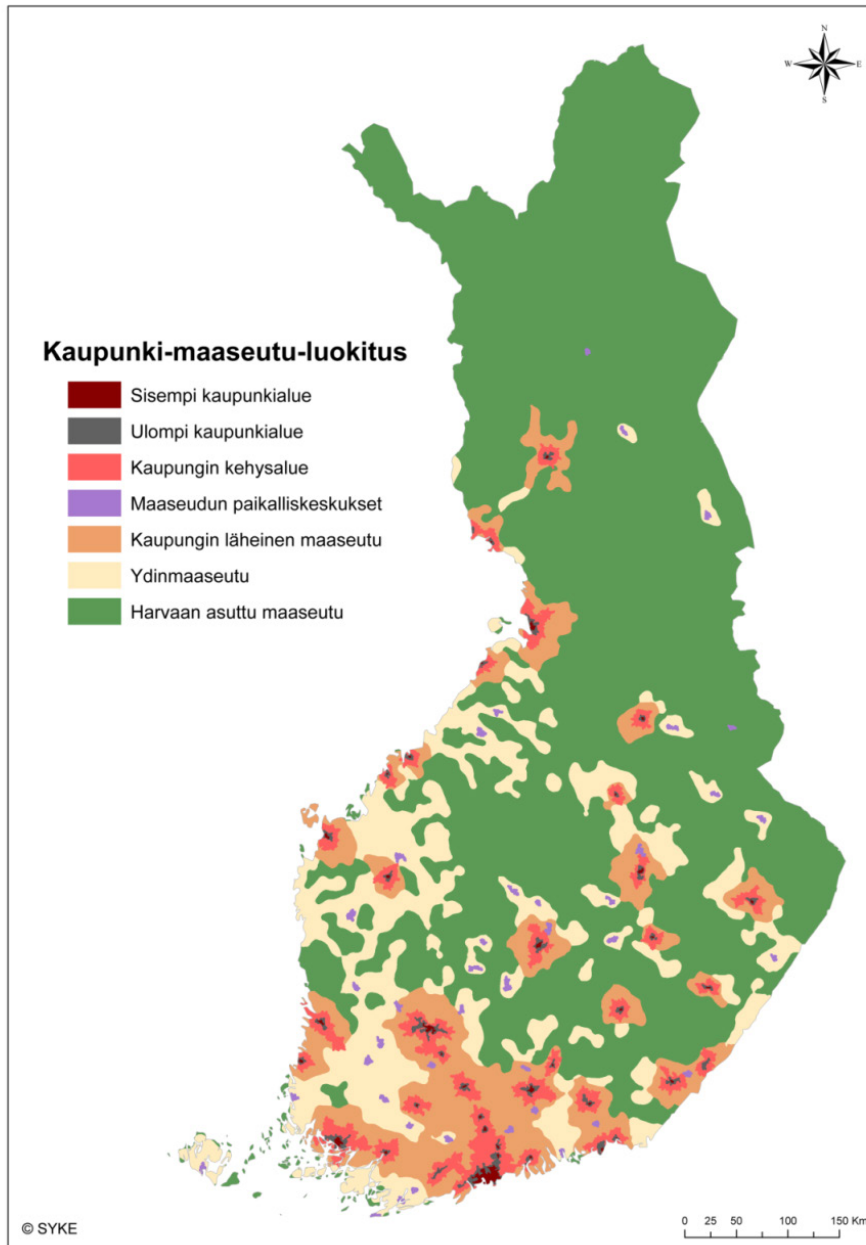
Taulukko 13. Kotitalouksien taustatietoja kotitalouden tyypin mukaan vuonna 2016.

Kotitalouden tyyppi	Havainto- määrä	Keskiarvot kotitalouden tyypin mukaan				
		Kotitalouksia perusjou- kossa	Kulutus- yksiköitä talou- dessa	Asunnon pinta-ala m ²	Asunnon pinta-ala m ² / kulutusyksik- kö	Tulot / kulu- tussyksikkö €
Yksi henkilö (alle 65 v.)	723	699 558	1,0	56	56	21 574
Lapseton pari (molemmat alle 65-v.)	747	446 409	1,5	96	64	34 533
Yksinhuoltajatalous	108	107 565	1,6	89	54	20 900
Kahden huoltajan lapsiperhe	735	475 979	2,2	128	57	28 620
Yli 64-vuotiaan talous	1 008	752 274	1,2	87	72	23 086
Muu talous	352	195 314	1,9	121	65	30 451
Kaikki taloudet yhteensä tai keskimäärin	3 673	2 677 100	1,4	90	62	26 902

3.4.4 Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki asuinpaikan kaupunki-maaseutu-luokan mukaan

Useissa tutkimuksissa on pyritty selvittämään kulutuksen hiilijalanjäljen ja asuinpaikan kaupunkimaisuuden tai maaseutumaisuuden yhteyttä (esim. Ala-Mantila ym. 2016; Gill ja Moeller 2018; Ivanova ym., 2017; Minx ym. 2013). Tutkimusten johtopäätökset eivät ole yksiselitteisiä. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että liikenteen päästöt ovat kaupunkimaisen tiiviin yhdyskuntarakenteen piirissä asuvilla usein pienemmät kuin kaupunkien reunamilla väljemmillä alueilla asuvilla. Tiiviillä vyöhykkeellä, eli tyypillisesti kaupunkien keskusta-alueilla, asuvien hiilijalanjälkeä kasvattaa tavaroiden ja palveluiden kulutus. Kaupunkikeskustoissa kulutusmahdollisuuksia on paljon ja toisaalta asuminen on usein kallista, eli alueilla asuminen voi edellyttää korkeita tuloja.

Kulutusmenoaineiston taustatietoihin lukeutuu kotitalouden asuinpaikan kaupunki-maaseutu-luokka. Vyöhykkeitä on yhteensä seitsemän (taulukko 14). Suomalainen luokitus (Helminen ym. 2014) perustuu paikkatietoon, ei siis esimerkiksi hallinnollisiin luokituksiin kuten kuntarajoihin. Luokitus on hienojakoinen, eli se perustuu pääosin 250 x 250 metrin ruudukkoon. Tietolähteinä on käytetty tietoja väestöstä, työllisten toimialajakaumaa, työmatka ja rakennustietoja, sekä DIGIROAD-tieverkkoaineistoa ja CORINE-maankäyttötietoja. Kuvassa 19 on Suomen kartta kaupunki-maaseutu-luokituksista.

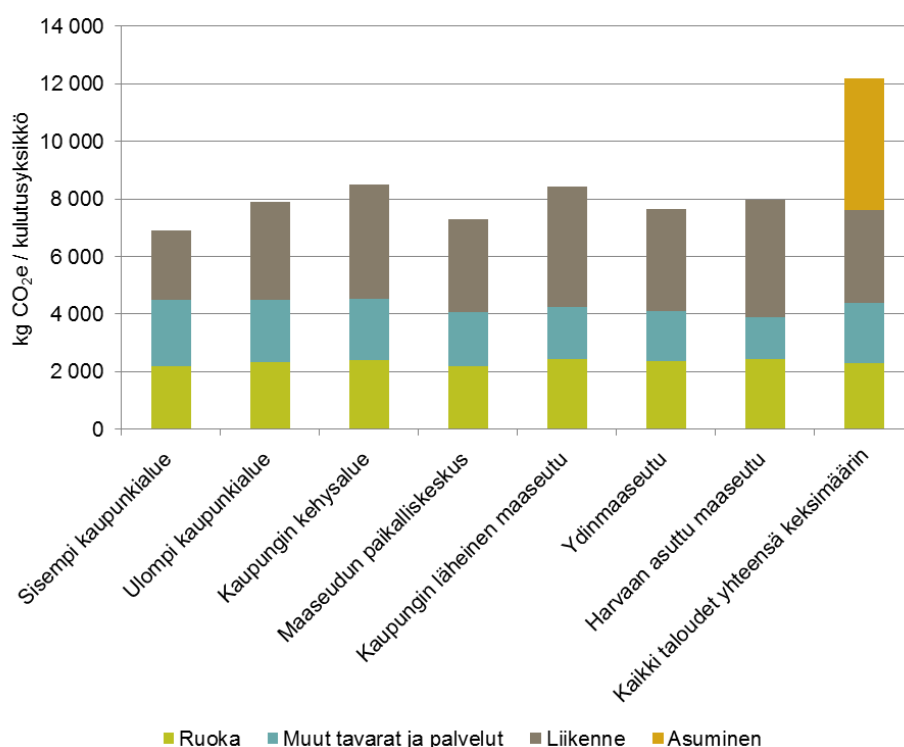


Kuva 19. Kaupunki-maaseutu-luokitus Suomessa. Lähde: <https://www.ymparisto.fi/kaupunkimaaseutulookitus>

Taulukossa 14 ja kuvassa 20 on esitetty kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki (mukaan lukien *ruoka, muut tavarat ja palvelut, liikenne*) asuinpaikan luokan mukaan. Hiilijalanjälkeä ei ole laskettu asumiselle. Asuminen poikkeaa muista kulutusmenokategorioista siinä että asumisen hinta, erityisesti vuokrat ja vastaavasti omistusasumiselle määritellyt laskennalliset vuokrat, vaihtelevat suuresti asuinpaikan mukaan niin eri puolilla maata kuin kaupunki-maaseutu-luokissa. Hiilijalanjäljen laskenta puolestaan perustuu tässä tutkimuksessa juuri kulutettuihin euroihin. Kuten luvussa 2 kuvattiin, päästöker- toimet on laskettu tuottamaan koko maan tasolla täsmäyvät tulokset kotitalouksien kulutusmenoille. Kaupunki-maaseutu-luokissa asumisen hintaan perustuva hiilijalanjälkilaskenta yliarvioisi asumisen päästöjä kalliin asumisen alueilla ja vastaavasti aliarvioisi siellä, missä asumisen hinta on edullinen. Laskentatapa ei myöskään huomioisi alueellisia eroja energian tuotannon päästöintensiteetissä. Edellä mainittujen syiden vuoksi asumisen hiilijalanjälkeä ei esitetä asuinpaikan luokille.

Taulukko 14. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki asuinpaikan mukaan vuonna 2016.

Asuinpaikan kaupunki-kaupunki -luokka	Hiilijalanjälki kg CO ₂ e / kulutusyksikkö				Päästö-intensiteetti kg CO ₂ e / €
	Ruoka	Muut tavarat ja palvelut	Liikenne	Yhteensä pois lukien asuminen	Kulutusmenot pois lukien asuminen
Sisempi kaupunkialue	2 178	2 322	2 414	6 913	0,43
Ulopmpi kaupunkialue	2 322	2 170	3 388	7 880	0,48
Kaupungin kehysalue	2 397	2 136	3 952	8 485	0,51
Maaseudun paikalliskeskus	2 185	1 871	3 225	7 281	0,48
Kaupungin läheinen maaseutu	2 438	1 804	4 193	8 436	0,54
Ydinmaaseutu	2 378	1 712	3 568	7 658	0,54
Harvaan asuttu maaseutu	2 428	1 474	4 081	7 983	0,56
Kaikki taloudet keskimäärin	2 296	2 077	3 245	7 618	0,48



Kuva 20. Kotitalouksien kulutusmenojen hiilijalanjälki per kulutusyksikkö asuinpaikan mukaan perustuen vuoden 2016 kulutustutkimukseen. Hiilijalanjälkeä ei ole laskettu asumiselle erilaisissa asuinpaikoissa menetelmän sopimattomuuden vuoksi, mutta se näytetään kaikille talouksille keskimäärin.

Kulutustutkimuksesta lasketut hiilijalanjäljet (taulukko 14 ja kuva 20) osoittavat, että ruoan kulutuksen hiilijalanjäljessä ei ole suurta vaihtelua vyöhykkeiden välillä. Suurimmat luokkien väliset erot ovat liikenteessä. Liikenteen hiilijalanjälki on suurin kaupunginläheisellä maaseudulla, ja seuraavaksi suurin harvaan asutulla maaseudulla ja kaupungin kehysalueella. Pienin liikenteen hiilijalanjälki on sisemmällä kaupunkialueella. Eroja selittänevät päivittäiset liikkumisetäisyydet sekä käytettävissä olevat kulkutavat.

Kulutuspolitiikkaan liittyy myös autonomisuus. Sisemmällä kaupunkialueella autollisten talouksien osuus on 54 %, ja ulommalla kaupunkialueella autollisia talouksia on 83 %. Kaupungin kehysalueella ja maaseudulla autottomien talouksien määrät olivat pieniä. Kun lasketaan autollisten talouksien osuus kaikille maaseutuluokille, se on 83 %.

Luokan 'Muut tavarat ja palvelut' hiilijalanjälki on suurin sisemmällä kaupunkialueella, ja seuraavaksi suurin ulommalla kaupunkialueella ja kaupungin kehysalueella.

Taulukkoon 15 on koottu kotitalouksien taustatietoja asuinpaikan mukaan. Kotitalouksista 70 % asuu kaupungeissa tai kaupunkien kehysalueella. Näihin kotitalouksiin kuuluu 3,7 miljoonaa ihmistä, eli 69 % tutkimuksen väestöstä. Pienimmät kotitaloudet henkilö- ja kulutusyksiköiden määrällä tarkasteltuna ovat sisemmällä kaupunkialueella ja maaseudun paikalliskeskuksissa. Suurimmat kotitaloudet ovat kaupungin kehysalueella. Eniten asuinpinta-alaa kulutusyksikköä kohden on kaupunginläheisellä maaseudulla.

Taulukko 15. Kotitalouksien taustatietoja asuinpaikan luokan mukaan vuonna 2016.

Asuinpaikan luokka	Havaintomäärä	Kotitalouksia	Luokan keskiarvot				
			Henkilöitä taloudessa	Kulutusyksiköitä taloudessa	Asunnon pinta-ala m ²	Asunnon pinta-ala m ² / kulutusyksikkö	Tulot / kulutusyksikkö €
Sisempi kaupunkialue	1 104	935 736	1,8	1,3	69	51	27 462
Ulompi kaupunkialue	894	665 531	2,1	1,5	91	61	28 631
Kaupungin kehysalue	364	260 904	2,5	1,6	111	68	26 867
Maaseudun paikalliskeskus	294	174 766	1,9	1,4	93	67	24 818
Kaupungin läheinen maaseutu	266	189 578	2,3	1,6	119	76	25 311
Ydinmaaseutu	527	312 926	2,1	1,5	107	72	25 101
Harvaan asuttu maaseutu	224	137 658	2,1	1,5	110	74	24 044
Kaikki taloudet yhteensä tai keskimäärin	3 673	2 677 100	2,0	1,4	90	62	26 902

4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Nissinen Ari, Savolainen Hannu, Salo Marja ja Alhola Katriina

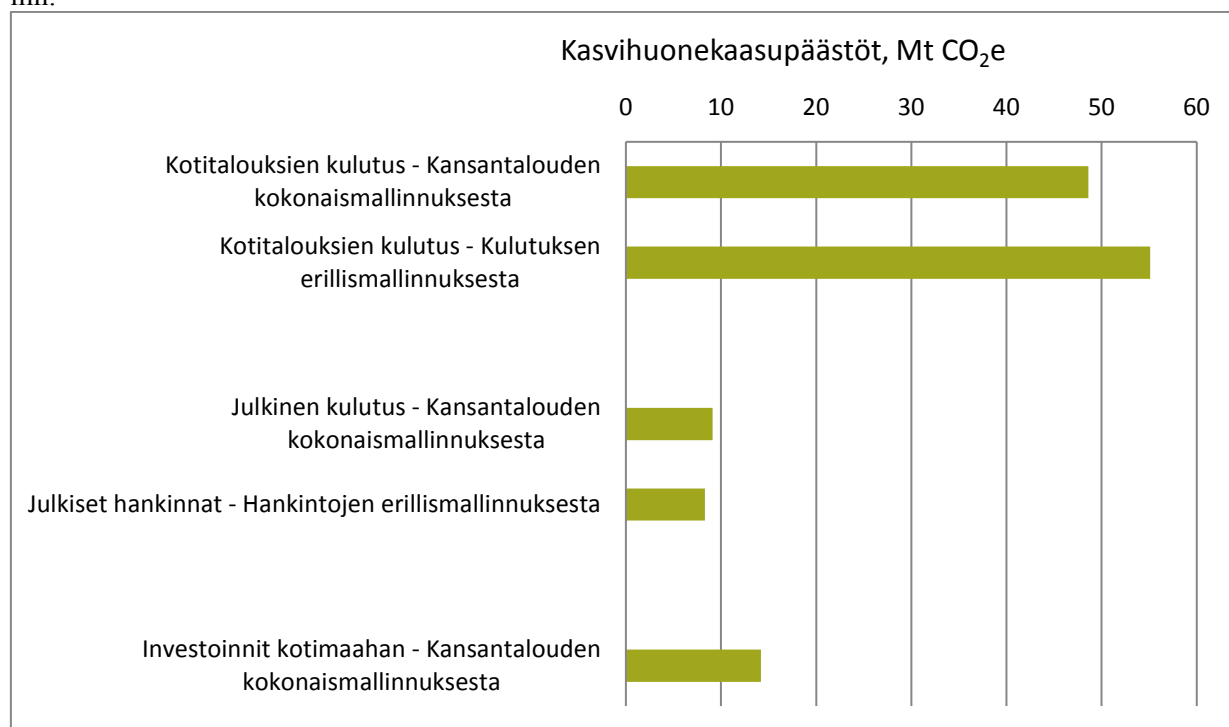
Suomen ympäristökeskus

4.1 Vertailua muihin tutkimuksiin

Kotitalouksien kulutus aiheuttaa moninkertaiset kasvihuonekaasupäästöt julkiseen kulutukseen ja investointeihin verrattuna

Kotitaloudet ja julkinen sektori eivät nouse esiin Suomen virallisissa kasvihuonekaasupäästöissä, mutta tilanne muuttuu täysin kun päästöjä tarkastellaan kulutuslähtöisesti eli kun otetaan huomioon mihin tuotetut tavarat ja palvelut lopulta käytetään (Kuva 21). Investointien (joka on pääasiassa rakentamista ja josta valtaosan tekee yksityinen sektori) osuus oli alle 20 % päästöistä (19,3 %). Kotitalouksien kulutus aiheutti 66 % ja julkinen kulutus 12 % päästöistä.

Vaikka kaksi menetelmää laskea kulutuksen päästöjä antoivat hieman toisistaan poikkeavia tuloksia, niin se ei muuta kokonaiskuvaa päästöjen aiheuttajista: Kotitalouksien kulutuksella on erittäin suuri merkitys Suomen päästöille. Kotitalouksien kulutuksen päästöt ovat yli viisinkertaiset julkisen sektorin ja julkisten hankintojen päästöihin verrattuna sekä yli kolminkertaiset verrattuna investointien päästöihin.



Kuva 21. Kulutuksen ja investointien hiilijalanjälki eri tavoin laskettuna, eli kansantalouden kokonaismallinnuksesta ja kotitalouksien kulutuksen ja julkisten hankintojen erillislaskennasta saadut tulokset (vuosi 2015). Investointien päästöt on laskettu vain kansantalouden kokonaismallinnuksella.

Tilannetta on mielenkiintoista verrata Ruotsiin. Taulukosta 16 nähdään, että julkisen kulutuksen osuus Ruotsin kulutusperäisistä päästöistä on sama, 12 %, kuin Suomessa. Kotitalouksien kulutuksen osuus on vähän pienempi kuin Suomessa, ja investointien osuus on useita prosenttiyksiköitä suurempi kuin Suomessa. Henkilöä kohti laskettu vuotuinen päästö eroaa suuresti, ollen kulutusperäisissä päästöissä Suomessa lähes kolme tonnia (ja 28 %) suurempi kuin Ruotsissa. Kulutusperäisen päästön ero on kuitenkin

pienempi kuin alueperäisen, jossa ero on 4,5 tonnia vuodessa henkilöä kohti, eli päästö on Suomessa 82 % suurempi kuin Ruotsissa.

Taulukko 16. Kulutusperäiset ja alueperäiset KHK-päästöt Suomessa ja Ruotsissa (Steinbach ym. 2018, Naturvårdsverket & Statistiska centralbyrån 2018). Alueperäiset päästöt ovat maan virallinen päästölukema. Huomaa, että Suomen osatekijöissä eivät näy kotitalouksia palvelevat voittoja tavoittelemattomat yhteisöt ja varastojen muutos (yhteensä 2 %).

	Kulutusperäiset kasvihuonekaasupäästöt					Alueperäiset KHK-päästöt	
	KHK-päästöt kotitalouksien kulutuksesta	KHK-päästöt julkisesta kulutuksesta	KHK-päästöt investoinneista	KHK-päästöt yhteensä vuodessa	KHK-päästöt henkilöä kohti vuodessa	KHK-päästöt yhteensä vuodessa	KHK-päästöt henkilöä kohti vuodessa
	Mt CO ₂ e /v	Mt CO ₂ e /v	Mt CO ₂ e /v	Mt CO ₂ e /v	t CO ₂ e / hlö, v	Mt CO ₂ e /v	t CO ₂ e / hlö, v
Suomi 2015	48,6 (66 %)	9,1 (12 %)	14,2 (19 %)	73,4 (100 %)	13,4	55,2	10,1
Ruotsi 2014	64 (63 %)	12 (12 %)	26 (25 %)	102 (100 %)	10,5	53,8	5,6

Kansantalouden kasvihuonekaasupäästöt ovat samalla tasolla kuin vuonna 2005 vaikka aluepäästöt ovat pienentyneet

Vaikka ENVIMAT-mallin perusteet ovat pysyneet samanlaisina, niin mallissa on kuitenkin suuria eroja siihen laskentaan, jolla aiemmat ENVIMAT-tulokset vuosille 2002 ja 2005 on tuotettu (Seppälä ym. 2009). Toimialajajoittelu on muuttunut, ja päästölaskenta on muuttunut KHK-inventaariossa. Materiaalivirtamenetelmä on muuttunut täysin, ja laskennan ero on erityisen suuri luonnonvara- ja raaka-ainemäärille (eli TMR:lle ja RMR:lle). Jos vuoden 2005 tilanteeseen haluttaisiin tehdä luotettava vertailu, niin laskenta pitäisi tehdä uudelleen noille vuosille nykymallilla. Tästä huolimatta teemme seuraavassa joitakin vertailuja vuoden 2005 KHK-päästöjä koskeneisiin tuloksiin.

Suomen kansantalouden kokonaispäästöissä ei näiden lukujen valossa olisi kymmenessä vuodessa tapahtunut muutosta. Kun vuonna 2005 Suomen kansantalouden kokonaispäästöt olivat 124 Mt CO₂e (Seppälä ym. 2009 s. 86), niin tässä tutkimuksessa niiden määräksi vuonna 2015 arvioitiin 126 Mt CO₂e (kuva 2). Kotimaan loppukäytön osuus olisi kuitenkin noussut kaksi prosenttiyksikköä, tasosta 56 % tasolle 58 % (73,4 Mt). Vastaavasti viennin päästöt olisivat vähentyneet kaksi prosenttiyksikköä. Kokonaispäästöjen pysyminen samalla tasolla antaa erilaisen kuvan Suomen KHK-päästöistä kuin viralliset tilastot eli Suomen aluepäästö, joka vuonna 2005 oli 69,9 Mt CO₂e ja vuonna 2015 oli 55,2 Mt CO₂e (Tilastokeskus 2019b), eli laski kymmenessä vuodessa 21 %.

Suomen talouden materiaalivirrat ovat kestävämmällä tasolla

Suomen talouden materiaalivirrat ovat suuria sekä tuotannon että kulutuksen näkökulmista tarkasteltuna. Materiaalikulutuksen indikaattorien (esim. DMC, RMC tai TMC) suhteen Suomi on kansainvälisissä vertailuissa materiaali-intensiteetin kärkipäässä väkilukua kohden (ks. esim. Eurostat 2019 ja Tucker ym. 2016). Kotitalouksien kulutuksen tyydyttämiseksi huomattavaa raaka-aineiden käyttöä aiheutuu rakentamisen, energiantuotannon ja ruoantuotannon valmistusketjuissa. Julkisissa hankinnoissa korostuu maarakentamisen suuret materiaalivirrat. Kuten luvussa 3.1 todettiin, 'sora ja murske' on Suomen taloudessa suurin käytetty materiaalityyppi.

Tutkimuskirjallisuudessa on esitetty useita arvioita kestävästä luonnonvarojen kulutuksesta. Bringeu (2015) arvioi kestäväksi luonnonvarojen kulutukseksi (TMC) 8–14 tonnia henkilöä kohti vuodessa, ja raaka-aineiden kulutukseksi (RMC) 3–6 tonnia. Lettenmeier ym. (2014) taas esittävät suomalais-

ten kotitalouksien kulutuksen kestäväksi materiaalijalanjäljeksi 8 tonnia. ENVIMAT-mallin tuloksien mukaan luonnonvarojen ja raaka-aineiden käyttö on Suomessa selkeästi kestävämmällä tasolla tällä hetkellä (TMC henkilöä kohti 52 tonnia vuodessa, ja RMC 29 tonnia). Luonnonvarojen otto aiheuttaa moninaista ympäristökuormitusta ja kestävyysongelmia (Krausmann ym. 2009), jotka Suomen kansantalouden tapauksessa kohdistuvat sekä maan rajojen sisäpuolelle että niiden ulkopuolelle. Luvussa 3.3 todettiin KHK-päästöjen vahva yhteys raaka-ainekulutukseen, ainakin keskimääräisten kulutushyödyke-ryhmien tasolla.

Liikkuminen, asuminen ja ruoka edelleen suurimmat kulutuksen päästöjen lähteet

Asuminen, liikkuminen ja ruoka muodostivat vuonna 2016 hiilijalanjäljestä yli kolme neljänneestä, mikä on linjassa lukuisten muiden tutkimusten kanssa sekä suomalaisesta kulutuksesta (Nissinen ym. 2007, Salo ym. 2016, Seppälä ym. 2009 ja Seppälä ym. 2011) että kulutuksesta muissa EU-maissa (Ivanova ym. 2016, Tukker & Jansen 2006). Asumisen osuus on kuitenkin laskenut ja muiden tavaroiden ja palveluiden noussut vuoden 2000 tasosta.

Kun noudatetaan Ruotsissa käytettyä jaottelua, jossa ravintolapalvelut kuuluvat ruokaan ja valmis- matkat liikkumiseen (eivätkä muihin tavaroihin ja palveluihin kuten COICOP-luokittelussa), niin asumi- nen, liikkuminen ja ruoka muodostivat Suomessa ja Ruotsissa 82 % päästöistä vuonna 2016 (Taulukko 17). Päästöjen kokonaismäärä on kuitenkin Suomessa paljon suurempi (71 %) kuin Ruotsissa, ja sama koskee jokaista kulutusmenoryhmää. Erityisen suuri ero on asumisessa, jossa Suomen päästöt ovat 173 % Ruotsia suuremmat. Ruotsissa asumisen pienehköjä päästöjä selittävät mm. Suomea vähäpäästöi- sempi energiantuotanto ja jo kymmeniä vuosia sitten käyttöön otettu lämpöpumpputeknologia eli maa- ja ilmalämpöpumput asuntojen lämmitykseen.

Taulukko 17. Kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjäljen jakautuminen vuonna 2016 Suomessa ja Ruotsissa (Naturvårdsverket & Statistiska centralbyrån 2018).

Kulutushyödyke-ryh- mät	Suomi (hyödykkeet ryhmi- teltty kuten Ruotsissa)		Ruotsi	
	Khk-päästöt henkeä kohti	Osuus	Khk-päästöt henkeä kohti	Osuus
	kg CO ₂ e	%	kg CO ₂ e	%
Ruoka	2 435	22 %	1 993	31 %
Asuminen ja energia	3 132	29 %	1 146	18 %
Liikkuminen	3 415	31 %	2 134	33 %
Muut tavarat ja palvelut	1 953	18 %	1 119	18 %
Yhteensä	10 935	100 %	6 391	100 %

Kotitalouksien kulutuksen kasvu syö teknologisen kehityksen hyödyt – ohjausta tarvitaan

Teknologinen kehitys, joka on tämän tutkimuksen laskennassa huomioitu erityisesti kotimaisten tuotteiden osalta, on pienentänyt kotitalouksien kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä. Lämmön ja sähkön tuotannon muuttaminen vähähiilisemmäksi vaikuttaa sekä suoraan että välillisesti kotitalouksien hiilijalan- jälkeen. Lisäksi yhteiskunnan sähköistyminen vähentää polttoperäisiä päästöjä. Tämä ei kuitenkaan tarkastelujaksolla riittänyt kattamaan päästöjen kasvua, joka aiheutui lisääntyneestä kulutuksesta. Kulu- tusrakenteen muutos on pienentänyt päästöjä vain vähän.

Teknologiset muutokset ovat olleet rohkaisevia, mutta muutosvauhdin olisi syytä kiihtyä, jotta ku- lutusmenojen kasvu ei söisi teknologialla saavutettavia päästövähennyksiä. Kulutusta voidaan pyrkiä ohjaamaan kohti kestävämpää ja vähäpäästöisempää kulutusrakennetta, ja eri kulutushyödykkeiden suh- teellisten hintojen muuttaminen esimerkiksi verojen avulla vaikuttaa kulutuksen rakenteeseen ja

vähäpäästöisten tuotteiden valintaan kustakin tuoteryhmästä. Esimerkiksi monet palvelut aiheuttavat vähemmän päästöjä käytettyä euroa kohti kuin muu kulutus.

Taakanjakosektorilla ei ole tällä hetkellä tehokasta hintamekanismia, joka ohjaisi kohti vähäpäästöisempää kulutusta samaan tapaan kuin hintaohjaus parhaimmillaan toimii päästökaupparektorilla. Tuonnin suuri merkitys päästöille tarkoittaa, että tuotteiden hiilijalanjäljistä pitäisi saada enemmän tietoa ja sitä pitäisi pystyä käyttämään hyväksi – sekä kuluttajien ja yritysten valinnoissa että yhteiskunnan ohjauskeinoja kehitettäessä.

4.2 ENVIMAT-mallin kehittämismahdollisuuksia

ENVIMAT-mallia voidaan kehittää tarkemmaksi

ENVIMAT-mallilla voidaan tarkastella sekä tuotantotoiminnan että kulutuksen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ja raaka-ainekäyttöä. Tässä tutkimuksessa mallia ja sen tuottamia kuormituskertoimia on hyödynnetty ennen kaikkea julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen elinkaaristen päästöjen ja raaka-ainevirtojen analysointiin. Keskeisenä tuloksena on käsitys kulutushyödykeryhmien, hankintamenoryhmien ja investointien aiheuttaman kuormituksen suuruusluokasta ja jakautumisesta. Laskennassa käytetyt tuotteet ja niiden päästöt edustavat keskimääräisten Suomen markkinoilla olevien edustavien tuotteiden ja tuoteryhmien päästöjä. Mallin tarkkuus ei käytettävissä olevan lähtödatan vuoksi riitä eri tuotteiden tarkasteluun tavara- tai palveluryhmien sisällä. Esimerkiksi erilaisten ”ympäristöystävällisten” tuotteiden ja ”tavallisten” tuotteiden vertailu ei mallilla ole tällä hetkellä mahdollista. Lisäksi tuontituotteiden tietopohjaa olisi tarpeen vahvistaa. Tällä hetkellä käytettävissä olevat tiedot tuontituotteiden elinkaarista kasvihuonekaasupäästöistä ja luonnonvarojen käytöstä ovat varsin karkealla tasolla. Mahdollisuuksien mukaan tietoa olisi tarkennettava tuontimaakohtaisesti esimerkiksi MRIO-mallien avulla. Ruotsissa MRIO-mallit on otettu käyttöön kulutusperäisten päästöjen määrittämisessä (Naturvårdsverket & Statistiska centralbyrån 2018, Steinbach ym. 2018).

ENVIMAT-mallia voidaan edelleen kehittää kulutusperäisten päästöjen analysoinnissa sekä julkisten hankintojen että kotitalouksien kulutuksen osalta. Julkisten yksilöllisten kulutusmenojen (eli niiden palveluiden, joita julkinen sektori tuottaa yksilöille, kuten terveydenhuolto, koulutus- ja sosiaalipalvelut) elinkaarista päästöjä tutkimalla pystytään tarkentamaan kuvaa kotitalouksien hiilijalanjäljestä. Tällöin voidaan puhua kotitalouksien todellisen kulutuksen hiilijalanjäljestä, joka sisältää myös kotitalouksille suunnattujen julkisesti rahoitettujen palveluiden kasvihuonekaasupäästöt.

Asumisen päästölaskentaa tulisi edelleen kehittää, jotta päästöt voidaan tarkemmin kohdistaa erityyppisissä kodeissa ja alueilla asuvien kesken. Nykyisessä panos-tuotosanalyysin laskentatavassa asumisen korkea hinta nostaa samalla asumisen päästöjä. Kokonaistasolla eli esimerkiksi Suomen kaikkia kotitalouksia tarkasteltaessa tulokset kyllä kuvaavat tilannetta, mutta erilaisten asumistyyppien ja alueiden tutkimiseen tarkastelutapa ei nykymuodossaan sovellu. Asumiseen tuleekin kehittää panos-tuotosanalyysejä täydentäviä menetelmiä.

ENVIMAT-mallilla tietoa myös yksittäisten kuntien hankinnoista

Julkisten hankintojen menetelmä toi esiin julkisen sektorin hankintojen KHK-päästöjen kokonaisuuden, joka osoittautui hyvin merkittäväksi. Kun investoinnit otetaan huomioon, niin päästöjen suuruusluokka on lähes 20 % siitä mitä Suomen viralliset eli aluepäästöt ovat. Menetelmä toi myös esiin eri toimijoiden ja tuoteryhmien merkityksen KHK-päästöille ja raaka-ainekulutukselle.

Menetelmän erottelukykyä pystytään kohtuullisella vaivalla parantamaan niin, että sitä voidaan hyödyntää yksittäisten kuntien, kuntayhtymien ja valtion virastojen hankintojen hiilijalanjäljen laskennassa. Menetelmässä on kehitystarpeita myös julkisen sektorin polttoperäisten päästöjen laskennassa ja ENVIMAT-tuotteiden kohdistamisessa julkisiin hankintoihin.

4.3 Johtopäätökset

Suomen kulutusperäiset päästöt, eli kotimaan loppukäytön päästöt, eivät ole laskeneet vastaavalla tavalla kuin alueperäiset eli viralliset kasvihuonekaasuinventaarion päästöt.

Kulutusperäisistä päästöistä valtaosa syntyy kotitalouksien kulutuksen päästöinä. Mutta myös investoinneilla ja julkisilla hankinnoilla on merkittävät osuudet päästöissä.

Tulotasolla on suuri merkitys kotitalouksien kulutuksen päästöjen määräytymisessä, asuinpaikan ja perhetyypin merkityksen ollessa vähäisempi. Tämän tuloksen tulkinnassa on tosin otettava huomioon, ettei käytetty menetelmä pysty erottelemaan sitä, millaisen hiilijalanjäljen omaavia tuotteita eri tuloluokkiin tai eri alueilla asuvat tai eri perhetyyppiin kuuluvat ihmiset ostavat kustakin kulutushyödykeryhmästä.

Kulutusperäisten päästöjen vähentäminen edellyttää kotimaan energiantuotannon ja muiden valmistusprosessien vähähiilisyyden lisäksi keinoja, joilla ohjataan kotitalouksia, kuntia ja kuntayhtymiä, sekä valtion organisaatioita valitsemaan pienen hiilijalanjäljen omaavia tavaroita ja palveluja.

Kansantalouden ympäristölaajennettu panos-tuotosmenetelmä ENVIMAT tarjoaa menetelmäkehikon, jota voidaan kehittää eteenpäin muun muassa parantamalla tuontituotetietojen tarkkuutta alueellisten panos-tuotostaulujen (MRIO) avulla ja kehittämällä kunta- ja organisaatiokohtaista päästöjen laskentaa.

SANASTO

CO₂e, CO₂-ekv	Hiilidioksidiekvivalentti, kasvihuonekaasupäästöjen yksikkö
COICOP	Yksilöllisen kulutuksen käyttötarkoituksen mukainen luokitus, Classification of Individual Consumption According to Purpose
DMC	Suora aineellinen kulutus (direct material consumption) saadaan vähentämällä suorasta ainepanoksesta viennin ainesmäärä
DMI	Suora ainepanos (direct material input) koostuu kotimaan luonnosta käyttöön otetusta ainesmäärästä ja tuonnin suorasta ainesmäärästä
Hiilijalanjälki	Tavaran tai palvelun elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt, ottaen huomioon elinkaari luonnonvarojen kulutuksesta erilaisten materiaalien ja komponenttien valmistukseen, lopputuotteen tai palvelun tuottamiseen, jakeluun ja kauppaan, kulutusvaiheeseen, ja kierrätys- ja jätevaiheeseen. Hiilijalanjäljen määrittämisestä on standardi ISO 14067. Julkisten hankintojen osalta hiilijalanjälki ei ole kaikille tuoteryhmille täsmällisen määritelmän mukainen, esimerkiksi jättevaihe puuttuu.
Julkinen organisaatio	Tässä raportissa käytetään yhteisnimityksenä valtion organisaatioille, kunnille ja kuntayhtymille.
Kasvihuonekaasupäästöt	Tässä raportissa kullekin tuoteryhmälle ja organisaatiolle kohdistuvat kasvihuonekaasupäästöt sisältävät hiilidioksidin, metaanin, typpioksiduulin ja F-kaasujen päästöt.
KHK	kasvihuonekaasut
KHK-päästöt	kasvihuonekaasupäästöt
Kulutushyödyke	Tuote, tavara tai palvelu, joka on tarkoitettu kuluttajien tarpeisiin
ky	kuntayhtymä
LCI-datapankki	Elinkaariarvionneissa käytettävien tietojen tietokantapalvelu, LCI = life cycle inventory
Mkg	miljoonaa kilogrammaa, eli tuhat tonnia (=1 kt)
Mt	miljoonaa tonnia, eli miljardia kilogrammaa tai tuhat kilotonnia (=1000 kt)
Muut valtionhallinnon yksiköt	Tilastokeskuksen käyttämän sektoriluokituksen mukaan muita valtionhallinnon yksiköitä ovat esimerkiksi budjettitalouden ulkopuoliset rahastot, yliopistot ja valtionhallinnon yksiköiden valvomat osakeyhtiöt, jotka ovat markkinattomia tuottajia
NETRA	valtion raportointipalvelu NETRA, www.netra.fi
Päästöintensiteetti	Myös päästökerroin, tuotteen tai palvelun elinkaarinen päästö tai kuormitus rahayksikköä kohti
Päästöt	Käytetään tässä raportissa synonyyminä kasvihuonekaasupäästöille, koska raportissa ei käsitellä muita päästöjä.
Raaka-aineiden käyttö	Ks. RMR

RMC	Raaka-ainekulutus (raw material consumption) kuvaa kuinka paljon luonnonraaka-aineita tarvitaan tuotteiden kotimaiseen loppukäyttöön, kulutukseen ja pääomanmuodostukseen
RMR	Raaka-ainekäyttö (myös raaka-aineiden käyttö, raw material requirement) sisältää raaka-aine-ekvivalentin tuonnin ja kotimaan luonnosta käyttöön otetut raaka-aineet
TMC	Luonnonvarojen kokonaiskulutus (total material consumption) kertoo kuinka paljon luonnonvarojen kokonaiskäytöstä kohdistuu kotimaan loppukäyttöön eli kulutukseen ja investointeihin
TMR	Luonnonvarojen kokonaiskäyttö (total material requirement), luonnonvarojen käytetyn oton ja käyttämättömän oton (piilovirrat) summa
Välituote	Tuote, joka menee muiden toimialojen tuotteiden valmistukseen

Liite 1. Julkisten hankintojen hankintamenoryhmät

Taulukko 1. Valtion hankintamenot ryhmittäin.

Aineet, tarvikkeet ja tavarat	4000	Arvoltaan vähäiset koneet, kalusteet ja kuljetusvälineet
	4001	Toimistotarvikkeet
	4002	Kirjat, lehdet ja muut painotuotteet
	4003	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka
	4004	Vaatteisto
	4005	Puhdistusaineet ja -tarvikkeet
	4006	Poltto- ja voiteluaineet
	4007	Lämmitys, sähkö ja vesi
	4008	Rakennusmateriaali
	4009	Muut aineet, tarvikkeet ja tavarat
Vuokrat	4200	Maanvuokrat
	4201	Asuntojen vuokrat
	4202	Muiden rakennusten vuokrat
	4203	Kuljetusvälineiden vuokrat
	4209	Muut vuokrat
	4204	Tietokoneiden vuokrat
	4205	Muiden koneiden ja laitteiden vuokrat
Palvelujen ostot	4300	Asuinrakennusten korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4301	Muiden rakennusten korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4302	Maa- ja vesirakenteiden korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4303	Kuljetusvälineiden korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4304	Tietokoneiden korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4305	Muiden koneiden ja laitteiden korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4309	Muut korjaus- ja kunnossapitopalvelut
	4310	Asuinrakennusten rakentamispalvelut
	4311	Muiden rakennusten rakentamispalvelut
	4312	Maa- ja vesirakenteiden rakentamispalvelut
	4319	Muut rakentamispalvelut
	4320	Painatuspalvelut
	4321	Ilmoitus-, mainos- ja markkinointipalvelut
	4322	Tietoliikennepalvelut
	4323	Atk:n käyttöpalvelut
	4324	Pankkipalvelut
	4325	Atk-palvelujen ostot valtion virastoilta ja laitoksilta
	4327	Sovellusvuokrauspalvelut
	4328	Talous- ja henkilöstöhallinnon palvelujen ostot valtion virastoilta ja laitoksilta
	4329	Muut toimistopalvelut
	4330	Koulutuspalvelut
	4331	Työterveyspalvelut

	4332	Työterveyshuollon kustannusten palautukset
	4333	Virkistyspalvelut
	4339	Muut henkilöstöpalvelut
	4340	Siivouspalvelut
	4341	Pesulapalvelut
	4342	Ympäristöhoito- ja ylläpitopalvelut
	4390	Ravitsemispalvelut
	4391	Vartiointi- ja turvallisuuspalvelut
	4392	Asiantuntija- ja tutkimuspalvelut
	4393	Muut koulutuspalvelut
	4394	Muut terveyspalvelut
	4399	Muut ulkopuoliset palvelut
Muut kulut	4500	Päivärahat
	4501	Kilometrikorvaukset
	4502	Matkustuspalvelut
	4510	Muut kustannusten korvaukset
	4520	Patentti- ja lisenssimaksut
	4521	Ohjelmistojen käyttöoikeusmaksut
	4529	Muut käyttöoikeusmaksut
	4530	Liikennevahinkomaksut
	4539	Muut vahinkovakuutusmaksut
	4540	Jäsenmaksut kotimaahan
	4541	Jäsenmaksut ulkomaille
	4560	Maanpuolustuskalusto
	4570	Kiinteistöverot
	4579	Muut verot
	4589	Muut pakolliset maksut
	4599	Muut kulut

Taulukko 2. Kuntien ja kuntayhtymien kululajit ryhmittäin.

Aineet, tarvikkeet ja tavarat	Toimisto- ja koulutarvikkeet
	Kirjallisuus
	Elintarvikkeet
	Vaatteisto
	Lääkkeet ja hoitotarvikkeet
	Puhdistusaineet ja -tarvikkeet
	Poltto- ja voiteluaineet
	Lämmitys
	Sähkö ja kaasu
	Vesi
	Kalusto
	Rakennusmateriaali
	Muu materiaali

Ulkoiset vuokratulot	Rakennusten ja huoneistojen vuokrat
	Koneiden ja laitteiden vuokrat
	Maa- ja vesialueiden vuokrat
	Muut vuokrat
Muiden palvelujen ostot	Toimisto- ja asiantuntijapalvelut
	ICT-palvelut
	Rahoitus- ja pankkipalvelut
	Painatukset ja ilmoitukset
	Posti- ja kuriiripalvelut
	Vakuutukset
	Puhtaanapito- ja pesulapalvelut
	Rakennusten ja alueiden rakentamis- ja kunnossapitopalvelut
	Koneiden, kaluston ja laitteiden rakentamis- ja kunnossapitopalvelut
	Majoitus- ja ravitsemispalvelut
	Matkustus- ja kuljetuspalvelut
	Sosiaali- ja terveyspalvelut
	Koulutus- ja kulttuuripalvelut
	Työvoiman vuokraus
	Osuus verotuskustannuksiin
	Muut yhteistoimintaosuudet
	Muut palvelut

Liite 2. Elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ja raaka-aineiden käyttö kulutushyödykeryhmittäin per euro ostajahintaan

Lisäksi on näytetty kunkin hyödykeryhmän kotitalouksien kulutusmenot vuonna 2015, joita kohti ker-
toimet on laskettu. Käytetyt lyhenteet: KHK = kasvihuonekaasupäästöt (CO₂e), RMR = raaka-aineiden
käyttö.

COICOP -luokat	Kulutushyödykeryhmät	Menot milj.€	KHK kg/€	RMR kg/€
	Painotettu keskiarvo		0,5	0,9
	Mediaani		0,3	0,8
C011a	Kasviperäiset elintarvikkeet	5 946	0,6	1,1
C011b	Eläinperäiset elintarvikkeet	6 117	1,1	1,4
C012	Alkoholittomat juomat	1 275	0,5	0,7
C031	Vaatteet ja vaatekankaat	3 865	0,3	1,1
C032	Jalkineet	667	0,2	0,9
C04	Asuminen	29 796	0,3	1,1
C0451	Kotitaloussähkö	977	1,7	4,8
C051	Huonekalut, taide-esineet ja matot	1 810	0,4	1,0
C052	Kodintekstiilit	522	0,7	1,2
C053	Kodinkoneet	907	0,4	1,5
C054	Lasitavarat, astiat ja keittiötyövälineet	439	0,5	1,2
C055	Kodin ja puutarhan työkalut, työkalut ym.	586	0,7	0,9
C056	Kodinhoitotarvikkeet ja -palvelut	1 123	0,3	0,3
C061	Lääkevalmisteet, hoitolaitteet ja -tarvikkeet	1 835	0,2	0,1
C062	Lääkäri, laboratorio, fysioterapia ym.	2 158	0,1	0,3
C063	Sairaala- ja poliklinikkapalvelut	857	0,1	0,4
C0711	Autot	2 941	0,2	0,2
C0712	Moottoripyörät ja -kelkat ym.	192	0,1	0,4
C0713	Polkupyörät	212	0,2	1,7
C072	Yksityisten kulkuvälineiden käyttö	7 103	1,9	0,8
C07311	Junamatkat	352	0,6	1,3
C07321	Linja-auto-, raitiovaunu- ja metromatkat	737	0,7	1,2
C07322	Taksimatkat	257	0,2	0,9
C0733	Lentomatkat	482	1,1	0,8
C0734	Laivamatkat	293	1,0	0,8
C0735	Muut kuljetuspalvelut	95	0,6	0,7
C08	Tietoliikenne	2 515	0,1	0,3
C091	Audiovisuaaliset laitteet ja tietokoneet	1 474	0,6	1,0
C092	Muut suuret vapaa-ajan välineet	837	0,4	0,9
C093	Muut virkistys- ja harrastusvälineet	2 327	0,4	1,1
C094	Kulttuuri- ja vapaa-ajan palvelut	4 089	0,2	0,4
C095	Kirjat ja lehdet	1 409	0,2	0,4
C096	Valmismatkat	1 257	0,4	0,6
C10	Koulutuspalvelut	431	0,1	0,2
C111	Ateriapalvelut	5 533	0,3	0,4
C112	Majoituspalvelut	377	0,4	0,5
C121	Puhtaus ja kauneudenhoito	2 419	0,2	0,5
C123	Henkilökohtaiset tavarat	522	0,3	0,6
C124	Sosiaalipalvelut	2 016	0,2	0,2

C125	Vakuutukset	2 226	0,1	0,2
C126	Pankki- ja taloudelliset palvelut	2 654	0,2	0,2
C127	Muut palvelut	693	0,2	0,9
P33	Matkailumenot ulkomailla	3 143	0,4	0,6

LÄHTEET

- Ala-Mantila, S., Ottelin, J., Heinonen, J. & Junnila, S. 2016. To each their own? The greenhouse gas impacts of intra-household sharing in different urban zones. *J. Clean. Prod.* 135: 356–367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.156>
- Björk, I., Steinbach, N. & Berglund, M. 2018. Metodbeskrivning av beräkning an konsumtionens miljöpåverkan – växthusgas. Version 2018-10-24. Statistiska centralbyrån SCB.
- Bringezu, S. 2015. Possible Target Corridor for Sustainable Use of Global Material Resources. *Resources* 4(1): 25–54. <https://doi.org/10.3390/resources4010025>.
- Dietzenbacher, E. & Los, B. 1998. Structural decomposition techniques, sense and sensitivity. *Economic Systems Research* 10: 307–323.
- Ecoinvent 2017. Ecoinvent database. <https://www.ecoinvent.org/> [viitattu: 15.10.2017].
- European Aggregates Association 2017. Estimates of Aggregates Production data 2015. <http://www.uepg.eu/statistics/estimates-of-production-data/data-2015> [viitattu 15.10.2017]
- European Environment Agency 2013. European Union CO2 emissions: different accounting perspectives. EEA Technical report, No 20/2013, Copenhagen.
- Eurostat 2017. Material flows and resource productivity. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/material-flows-and-resource-productivity> [viitattu 15.10.2017]
- Eurostat 2019. Material Flow Accounts. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_mfa [viitattu 1.4.2019]
- Finnish Environment Institute 2017a. Air pollutant emissions in Finland 1990–2015 informative inventory report. Part 5. Annexes. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhkausien_paastot/CLRTAPraportointi [viitattu: 15.10.2017].
- Finnish Environment Institute 2017b. ANNEX 1: National sector emissions: Main pollutants, particulate matter, heavy metals and persistent organic pollutants. FI_2017_Submission_1980_2015_13032017. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhkausien_paastot/CLRTAPraportointi [viitattu: 15.10.2017].
- Geological Survey of Finland 2017. Metals and Minerals Production. <http://en.gtk.fi/information/services/mineralproduction/> [viitattu 15.10.2018].
- Gill, B., Moeller, S., 2018. GHG Emissions and the Rural-Urban Divide. A Carbon Footprint Analysis Based on the German Official Income and Expenditure Survey. *Ecol. Econ.* 145: 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.09.004>.
- Girod, B., De Haan, P., 2010. More or Better? A Model for Changes in Household Greenhouse Gas Emissions due to Higher Income. *J. Ind. Ecol.* 14: 31–49. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00202.x>.
- Helminen, V., Nurmio, K., Rehunen, A., Ristimäki, M., Oinonen, K., Tiitu, M., Kotavaara, O., Antikainen, H. & Rusanen, J. 2014. Kaupunki-maaseutu-alueuokitus, Paikkatietoihin perustuvan alueuokituksen muodostamisperiaatteet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2014.
- Hoekstra, R. & van den Bergh, J.C. 2002. Structural Decomposition Analysis of Physical Flows in the Economy. *Environmental and Resource Economics* 23: 357.
- Ivanova, D., Vita, G., Steen-Olsen, K., Stadler, K., Melo, P.C., Wood, R. & Hertwich, E.G. 2017. Mapping the carbon footprint of EU regions. *Environ. Res. Lett.* 12: 054013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6da9>
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Haberl, H. & Fischer-Kowalski, M. 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics* 68(10):2696–2705.
- Lettenmeier, M., Liedtke, C. & Rohn, H. 2014. Eight Tons of Material Footprint—Suggestion for a Resource Cap for Household Consumption in Finland. *Resources*. 3(3): 488–515. doi:10.3390/resources3030488.
- Lith, P., 2014. Suurten kuntien hankinnat - Tilastollinen muistio yksityisten tavara- ja palveluostojen merkityksestä suurissa kaupungeissa. Lith Consulting Group. Kauppakamari. Ladattavissa: http://helsinki.chamber.fi/media/filer_public/8e/49/8e49a6a0-4166-4951-ac8f-7be410a71eaa/suurten_kuntien_hankinnat_2014.pdf [viitattu 12.7.2017]
- Luonnonvarakeskus 2017. Luken tilastopalvelut. <https://stat.luke.fi/> [viitattu: 15.10.2017]
- Miller, R. & Blair, P. 2009. Input-output analysis, Foundations and extensions. Second edition, Cambridge.
- Minx, J., Baiocchi, G., Wiedmann, T., Barrett, J., Creutzig, F., Feng, K., Förster, M., Pichler, P.-P., Weisz, H., Hubacek, K., 2013. Carbon footprints of cities and other human settlements in the UK. *Environ. Res. Lett.* 8, 035039. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035039>

- Mäenpää, I., Heikkinen, M., Piñero, P., Mattila, T., Koskela, S. & Kivinen, M. 2017a. MFAfin – Finnish material flow accounts. Method description. Oulun yliopisto, Suomen ympäristökeskus & Geologian tutkimuskeskus.
- Mäenpää, I., Heikkinen, M., Piñero, P., Mattila, T., Koskela, S. & Kivinen, M. 2017b. MFAfin – Finnish material flow accounts. Main results. Oulun yliopisto, Suomen ympäristökeskus & Geologian tutkimuskeskus.
- Naturvårdsverket & Statistiska centralbyrån 2018. Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser. <http://www.naturvardsverket.se/konsumtionsutslapp> [viitattu 2.4.2019]
- Niemistö, J., Soimakallio, S., Nissinen, A. & Salo, M. 2019 Lentomatkustuksen päästöt – Mistä lentoliikenteen päästöt syntyvät ja miten niitä voidaan vähentää? Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2/2019. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/292417>
- Nissinen, A., Grönroos, J., Heiskanen, E., Honkanen, A., Katajajuuri, J.-M., Kurppa, S., Mäkinen, T., Mäenpää, I., Seppälä, J., Timonen, P., Usva, K., Virtanen, Y. & Voutilainen, P. 2007. Developing benchmarks for consumer-oriented LCA-based environmental information on products, services and consumption patterns. *Journal of Cleaner Production* 15(6): 538-549.
- Nissinen, A., Heiskanen, E., Perrels, A., Berghall, E., Liesimaa, V. & Mattinen, M.K. 2015. Combinations of policy instruments to decrease the climate impacts of housing, passenger transport and food in Finland. *Journal of Cleaner Production* 107: 455–466.
- Nurmela, J., 2008. Kulutustutkimus kestävän kulutuksen mittatikkuna. Katsaus kotitalouksien energian kulutuksen ja kierrätyksen taustoihin vuoden 2006 kulutustutkimuksen perusteella. Katsauksia Tulot ja kulutus 4/2008. Tilastokeskus.
- Nurmela, J., 2018. Suomalaisten kulutus on samankaltaistunut. Tieto&Trendit. <http://www.tilastokeskus.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/suomalaisten-kulutus-on-samankaltaistunut/> [viitattu 1.4.2019]
- Salo, M., Nissinen, A., Mäenpää, I. & Heikkinen, M. 2016. Kulutuksen hiilijalanjäljen seurantaa tarvitaan. Tieto&Trendit – Talous- ja hyvinvointikatsaus 1/2016: 44-50.
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M. & Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. Suomen ympäristö 20/2009, Suomen ympäristökeskus.
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M. & Virtanen, Y. 2011. An assessment of greenhouse gas emissions and material flows caused by the Finnish economy using the ENVIMAT model. *Journal of Cleaner Production* 19(16): 1833-1841.
- Statistics Finland 2017a. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2015. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol Submission to the European Union 15 March 2017. https://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fin_un_nir_2015_2017-04-15.pdf [viitattu 15.10.2018]
- Statistics Finland 2017b. CRF 2015. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_raportointi.html [viitattu 15.10.2018]
- Statistics Finland 2019. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2017. Draft. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol Submission to the European Union 15 January 2019.
- Steinbach, N., Palm, V., Cederberg, C., Finnveden, G., Persson, L., Persson, M., Berglund, M., Björk, I., Fauré, E. & Trimmer, C. 2018. Miljöpåverkan från svensk konsumtion – nya indikatorer för uppföljning. Slutrapport för forskningsprojektet PRINCE. Naturvårdsverket, 2018. <http://www.naturvardsverket.se/978-91-620-6842-4> [viitattu 2.4.2019]
- Suomen ympäristökeskus 2018. Valvonta ja kuormitustietojärjestelmä (VAHTI). <http://wwwi5.ymparisto.fi/i5/463e.htm> [viitattu 15.10.2018]
- Tilastokeskus 2008. Toimialaluokitus TOL 2008. Käsikirjoja 4. Helsinki.
- Tilastokeskus 2012. Sektoriluokitus 2012. Käsikirjoja 5, Helsinki.
- Tilastokeskus 2017a. Kansantalouden tilinpito [verkkójulkaisu]. Helsinki. <http://www.stat.fi/til/vtp/index.html> [viitattu 5.9.2017]
- Tilastokeskus 2017b. Yksilöllisen kulutuksen käyttötarkoituksen mukainen luokitus COICOP. Helsinki <https://www.tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/coicop/011-2011/index.html> [viitattu 5.9.2017]
- Tilastokeskus 2017c. Energiatilinpito. Helsinki. <https://www.tilastokeskus.fi/til/entp/index.html> [viitattu 15.10.2017]
- Tilastokeskus 2017d. Energia 2017 – taulukkopalvelu. https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2017/alku.htm [viitattu 15.10.2017]
- Tilastokeskus 2017e. Polttoaineluokitus 2015. https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/edelliset_luokitukset.pdf [viitattu 15.10.2017]

- Tilastokeskus 2017f. Kuntatalous – muut taloustiedot. Tiedonkeruun sisältö ja ohjeet. <http://www.stat.fi/keruu/kuta/index.html> [viitattu 3.4.2019]
- Tilastokeskus, 2018. Kulutustutkimus 2016 Käyttäjän käsikirja (No. 1/2018), Käsikirjoja. Tilastokeskus.
- Tilastokeskus 2019a. Käytettävissä olevat rahatulot. www.stat.fi/meta/kas/kaytettavissa_o.html [viitattu 3.4.2019]
- Tilastokeskus 2019b. Kasvihuonekaasut > Taulukot. <https://tilastokeskus.fi/til/khki/tau.html> [viitattu 3.4.2019]
- Tukker, A. & Jansen, B. 2006. Environmental impacts of products. A detailed review of studies. *Journal of Industrial Ecology* 10 (3): 159-182.
- Tukker, A., Bulavskaya, T., Giljum, S., de Koning, A., Lutter, S., Simas, M., Stadler, K. & Wood, R. 2016. Environmental and resource footprints in a global context: Europe's structural deficit in resource endowments. *Global Environmental Change* 40: 171–181.
- Tulli 2017. ULJAS - Tavaroiden ulkomaankauppatilastot. <http://uljas.tulli.fi/> [viitattu 15.10.2017]
- UNEP 2011. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9816> [viitattu 3.4.2019]
- Valovirta, V., Alhola, K., Leväsluoto, J., Nissinen, A., Oksanen, J., Pelkonen, A. & Turtonen, A. 2017. Innovatiiviset julkiset hankinnat – määrittely, mahdollisuudet ja mittaaminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 82/2017.
- Valtiokonttori 2015. Liikekirjanpidon tilikartta. <http://kasikirja.valtiokonttori.fi/Public/default.aspx?nodeid=17287> [viitattu 3.4.2019]



S Y K E

ISBN 978-952-11-5016-6 (nid.)

ISBN 978-952-11-5017_3 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkok.)